СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XX Международный экологический форум "День Балтийского моря"

THESIS COLLECTION

XX International Environmental Forum "Baltic Sea Day"

ДМБ 2019

ББК 28.68

Сборник материалов
XX Международного экологического Форума
"День Балтийского моря"

В Сборник вошли материалы участников XX Международного экологического Форума "День Балтийского моря" и результаты, сформулированные участниками секционных и пленарных заседаний форума (21-22 марта 2019 г., Санкт-Петербург).

Сборник подготовлен на основе материалов, поступивших в Оргкомитет форума от докладчиков. Ответственность за содержание и достоверность материалов несут авторы.

Сборник издан при поддержке Санкт-Петербургского государственного геологического унитарного предприятия «Специализированная фирма «Минерал»

Издательство ООО «Свое издательство»

Санкт - Петербург

2019

ПРИВЕТСТВИЯ И ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ / GREETINGS AND PLENARY THESIS

ПРИВЕТСТВИЕ
МИНИСТРА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Д.Н.КОБЫЛКИНА
ОРГАНИЗАТОРАМ, УЧАСТНИКАМ И ГОСТЯМ
XX ЮБИЛЕЙНОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОРУМА
«ДЕНЬ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ»
(21-22 марта 2019 г., Санкт-Петербург)

От имени Министерства природных ресурсов Российской Федерации и от себя лично приветствую организаторов, участников и гостей XX юбилейного Международного экологического форума «День Балтийского моря».

Уже 20 лет на берегах Невы собираются представители федеральных и региональных органов исполнительной власти, научных и образовательных институтов, бизнеса и общественности России и стран Балтийского региона для достижения общей цели – **благополучного экологического состояния Балтийского моря**.

С каждым годом мировая общественность придает всё большее значение вопросам охраны окружающей среды. В этой связи растет международный интерес к Балтике как одному из наиболее динамично развивающихся районов Европы и к деятельности Комиссия по защите морской среды Балтийского моря (ХЕЛКОМ).

Принятое в марте 2018 г. в Брюсселе на министерской сессии ХЕЛКОМ решение о начале работы по обновлению принятого еще в 2007 году Плана действий по Балтийскому морю и утверждению нового документа ХЕЛКОМ к 2021 году свидетельствует о решимости Балтийских государств, включая Россию, нести ответственность за дальнейшую судьбу региона. Обеспечение экологического благополучия Балтики возможно только совместными усилиями!

Международный экологический форум «День Балтийского моря» за годы своего существования стал площадкой, на которой представители исполнительных органов власти и научная общественность могут поделиться достигнутыми результатами и обменяться передовым опытом в решении актуальных экологических вопросов.

Уверен, что Форум «День Балтийского моря» будет способствовать формированию общего взгляда на дальнейшее развитие региона и построение взаимовыгодного сотрудничества для достижения общих целей.

Желаю участникам и организаторам Форума успешной работы!

Министр природных ресурсов
и экологии Российской Федерации Д.Н.Кобылкин

Mr. Dmitry Kobylkin
Minister of Natural Resources and Environment of the Russian Federation

On behalf of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation and on my own behalf, I welcome the organizers, participants and guests of the 20th Anniversary International Environmental Forum “Baltic Sea Day”.

During 20 years representatives of federal and regional authorities, scientific and educational institutions, business and public organizations from Russia and the Baltic countries come together on the banks of the Neva to achieve a common goal - the good environmental status of the Baltic Sea.

The world community attaches increasing importance to environmental issues. In this regard, international interest to the Baltic sea region as one of the most dynamically developing regions of Europe and in the activities of the Baltic Marine Environment Protection Commission (HELCOM) is growing.

The decision taken in March 2018 at the HELCOM Ministerial Session in Brussels to begin work on updating the Baltic Sea Action Plan adopted in 2007 and approving the new HELCOM document by 2021 indicates the determination of the Baltic States, including Russia, to be responsible for the future of the region. Ensuring the environmental well-being of the Baltic Sea is possible only through joint efforts!

Over the years of its existence, International Environmental Forum “Baltic Sea Day” has become a platform where representatives of authorities and scientific community welcome to share the results achieved and best practices in addressing current environmental issues.

I am sure that the Baltic Sea Day Forum will contribute to the formation of a common view on the further development of the region and the construction of mutually beneficial cooperation to achieve common goals.

I wish the participants and organizers of the Forum successful work!

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

МИНИСТР ИНОСТРАННЫХ ДЕЛ

Организаторам и участникам XX Международного экологического форума «День Балтийского моря» имени Леонида Коровина

Сердечно приветствую организаторов и участников XX Международного экологического форума «День Балтийского моря».

За два десятилетия Форум утвердился в качестве авторитетной, востребованной региональной площадки для обсуждения насущных вопросов природоохранной тематики. Трудно переоценить его вклад в дальнейшее развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды Балтики. Залог успеха – энергичное участие представителей государства, бизнеса, науки и широкой общественности.

Россия последовательно выступает за укрепление многостороннего взаимодействия в северобалтийском регионе в интересах поддержания в этой части Европы атмосферы доверия, стабильности и добрососедства. Готовы к сопряжению усилий в деле достижения на Балтике целей устойчивого развития – в соответствии с Повесткой дня ООН до 2030 года. Отрадно, что данная деятельность уже ведется в рамках Комиссии по защите морской среды Балтийского моря, Совета государств Балтийского моря, партнерств «Северного измерения», программ приграничного и многостороннего регионального сотрудничества, «Санкт-Петербургской инициативы». Наша задача – сделать ее более результативной.

Убежден, что и на этот раз дискуссии пройдут в созидательном ключе, позволят выйти на новые перспективные проекты на благо общего достояния – Балтийского моря.

Желаю вам плодотворной работы и всего самого доброго.

С.ЛАВРОВ

г.Москва, « » марта 2019 года

Mr. Sergey Lavrov
Minister of Foreign Affairs of the Russian Federation

Whole-hearted greetings to the organizers and participants of the 20th International Environmental Forum "Baltic Sea Day".

Over two decades, the Forum has established itself as an authoritative and sought-after regional platform for discussing current environmental issues. It is difficult to overestimate the contribution to the further development of international cooperation in the field of environmental protection of the Baltic Sea. The key to success is the energetic participation of representatives of the authorities and the state in general, business, science and public.

Russia has consistently advocated strengthening multilateral cooperation in the North Baltic region in order to maintain the atmosphere of trust, stability and good neighborliness in this part of Europe. We are ready to combine efforts to achieve the Sustainable Development Goals in the Baltic Sea region in accordance with the UN Agenda 2030. It is gratifying that such activities are already being carried out within the framework of the HELCOM, CBSS, Northern Dimension Partnerships, cross-border cooperation programs, and the St. Petersburg initiative. Our task is to make them more effective.

I am convinced that this time discussions will be held in a constructive way and will allow us to enter new promising projects for the benefit of our common Baltic Sea.

Wish you all fruitful work and all the best.

Ю.А. Костин
Директор Департамента государственной политики
в области морского и речного транспорта Минтранса России

Уважаемые участники!

От имени Минтранса России приветствую участников юбилейного XX Международного экологического форума «День Балтийского моря».

Решение актуальных экологических проблем региона Балтийского моря является одной из первоочередных задач различных министерств и ведомств, в том числе и Минтранса России.

Сотрудники Минтранса России и подведомственных организаций принимают участие в работе ряда рабочих групп ХЕЛКОМ (в частности, в Группе по морским источникам загрязнений, Группе по реагированию на аварийные разливы в море и др.), где непосредственным образом участвуют в формировании экологической политики на Балтийском море.

Важным аспектом для обеспечения экологической безопасности на море является проведение международных комплексных учений. В частности, в 2017 году на акватории морского порта Калининград было проведено международное комплексное учение «BALEX DELTA-2017» с участием сил, средств и наблюдателей государств — участников Хельсинкской конвенции.

Одним из важнейших приоритетов Минтранса России на всех морских акваториях, включая и акваторию Балтийского моря, является достижение высоких экологических требо-

ваний по ограничению вредных выбросов, установленных Международной морской организацией, которые с учетом общемировых тенденций будут только ужесточаться. Для российских судов данные ограничения сейчас наиболее актуальны именно для акватории Балтийского и Северного морей.

С целью достижения вышеуказанных ограничений Минтранс России уже приступил к работе по стимулированию заходов в российские порты судов на газомоторном топливе, в том числе в части льготных портовых сборов для судов на газомоторном топливе, такие меры будут применяться в комплексе с другими мерами по стимулированию «зеленого судоходства» в российских портах, в том числе Балтийского моря.

Ценность данного форума состоит в возможности обсуждения актуальных экологических проблем региона Балтийского моря в рамках неформального диалога между представителями экологических служб, непосредственно вовлеченных в процесс улучшения экологии данного региона.

В заключение, позвольте поблагодарить Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, а также Хельсинкскую Комиссию за организацию этого форума и пожелать его участникам продуктивной работы и достижения намеченных целей!

Спасибо за внимание!

Mr. Yuri Kostin
Ministry of Transport of the the Russian Federation

Dear participants!

On behalf of the Ministry of Transport of the Russian Federation I welcome the organizers, participants and guests of the 20th Anniversary International Environmental Forum “Baltic Sea Day”.

The solution of current environmental issues of the Baltic Sea region is one of the priority tasks of various ministries and departments, including the Ministry of Transport of Russia.

The Ministry of transport of the Russian Federation and subordinate organizations take part in the work of HELCOM working groups (in particular, the Response Working Group, the Maritime Working Group, etc.), where they are directly involved in developing of the environmental policies in the Baltic Sea region.

An important aspect for ensuring environmental safety at sea is the holding of international integrated exercises. In particular, in 2017, the international complex exercise BALEX DELTA-2017 was held in the waters of the seaport in Kaliningrad with the participation of forces, assets and observers from the HELCOM parties.

One of the most important priorities of the Ministry of Transport of the Russian Federation in all marine areas, including the Baltic Sea, is to achieve high environmental requirements by the International Maritime Organization for the reduction of harmful emissions, which, taking into account global trends, will only be tightened. For Russian vessels, these restrictions are now most relevant for the Baltic and North Seas.

In order to achieve the abovementioned requirements, the Ministry of Transport of the Russian Federation has already begun work to stimulate calls for gas-powered ships to Russian ports,

including in terms of preferential port charges for gas-powered ships, such measures will be applied in conjunction with other measures to stimulate “green shipping” in Russian ports, including the Baltic Sea.

The value of this Forum is in the possibility to discuss current environmental issues of the Baltic Sea region as part of an informal dialogue between representatives of environmental services directly involved in improving the ecology of this region.

In conclusion, let me thank the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, as well as the Helsinki Commission for organizing this Forum and wish its participants productive work and achievement of their goals!

Thank you for attention!

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОЛНОМОЧНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Участникам, организаторам и гостям
XX Международного экологического форума
«День Балтийского моря»

Дорогие друзья!

Приветствую Вас на XX Международном экологическом форуме «День Балтийского моря».

Формирование экологической культуры, бережного отношения к природе является одной из важнейших национальных задач.

Сейчас самое время не просто задуматься об экологических вопросах, но и предпринять практические шаги по восстановлению и сохранению природных ресурсов, чистой воды на территории всей нашей планеты, по умножению экологического потенциала мира.

Сегодня на площадке форума у Вас есть возможность дать комплексную оценку реалиям применения новых природоподобных технологий и обозначить наиболее важные направления инвестирования в улучшение состояния окружающей среды Балтийского моря и планеты в целом. Сотрудничество и диалог между странами — важный продуктивный путь к решению вопросов, стоящих перед человечеством.

Уверен, что насыщенная деловая программа поможет выработать эффективные пути в решении поставленных задач, и будет способствовать дальнейшему развитию механизмов партнерства, обмену опытом и интеграции усилий специалистов наших стран с общей стратегической целью создания «чистой планеты», на которой будут жить следующие поколения.

Желаю организаторам, участникам и гостям плодотворных дискуссий и успешной работы!

А.Гуцан

Mr. Alexandr Gutsan
Plenipotentiary of President of the Russian Federation in the North-West Federal District

I welcome the organizers, participants and guests of the XX International Environmental Forum "Baltic Sea Day".

The formation of environmental culture, respectful attitude to nature is one of the most important national tasks.

Now is the right time to not only think about environmental issues, but also take practical steps to restore and conserve natural resources, clean water throughout our planet, to increase the ecological potential of the world.

Today at the Forum venue we have the opportunity to give a comprehensive assessment of the realities of the application of new nature-friendly technologies and outline the most important areas of investment in improving the environment of the Baltic Sea and the planet as a whole. Cooperation and dialogue between countries is an important productive way to resolve the issues facing humanity.

I am sure that fulfilled program will help to develop effective ways of solving the tasks set, and will contribute to the further development of partnership mechanisms, the exchange of experience and the integration of efforts of the specialists of countries with the common strategic goal of creating a "clean planet" on which future generations will live.

Wish to organizers, participants and guests of the Forum fruitful discussions and successful work!

Ms. Hannele Pokka
Permanent Secretary
Ministry of the Environment of Finland

Ladies and gentlemen,

It is great to participate once again in the Baltic Sea Days event here in Saint Petersburg. The Baltic Sea Days have already become a tradition, and it is wonderful to see so many familiar faces here. Our objective of achieving a Clean Baltic Sea is more than just a dream; it is something we are working on in all of the nations in the Baltic Sea region, in Baltic coastal cities, at HELCOM and in non-governmental organisations.

The city of Saint Petersburg and Vodokanal are often mentioned at these conferences, and with good reason. Renewing the city's wastewater system was a major project that was carried out systematically through excellent cooperation with our neighbours.

The city of Saint Petersburg and the Leningrad Oblast also face other environmental challenges that need to be solved quickly. One of these is the situation of the Krasnyi Bor hazardous waste landfill site, the urgency of which has been addressed by the Presidents of both Russia and Finland.

We in Finland are interested in exchanging experiences concerning waste management. Recently, Finnish waste management companies have also made visits to Russia. We would like to invite representatives from Russian regions and businesses to come to Finland and become acquainted with our waste management expertise, which I dare to say is among the best in the world.

Finland currently holds the Chairmanship of HELCOM. Our goal is to update the Baltic Sea Action Plan, which is now ten years old. We all know how much work we still need to do to achieve a Clean Baltic Sea. Climate change also brings new challenges to our work towards this objective.

It is clear that each country in the Baltic Sea region must do its part. The Finnish Government has launched a programme to enhance the effectiveness of water protection with an annual budget of 15 million euros over three years, or a total of 45 million euros. This programme is headed by the Ministry of the Environment, and its primary focus is on agriculture. We want to curb nutrient inputs from agriculture using state-of-the-art methods.

The issue of plastics, or more precisely the large amount of plastics, has received a great deal of attention on the international stage. According to estimates, there will be more plastic than fish in the world's seas and oceans by 2050.

In Finland, we have prepared a comprehensive plastic strategy that is currently being implemented. The strategy focuses above all on recycling and on finding new uses for recycled plastics. I believe we will see major developments in this area in the near future.

The circular economy is now a major topic of discussion worldwide, and particularly in Finland. Our country was the first in the world to prepare a circular economy road map.

In the circular economy, nothing goes to waste. One operator's waste is another's business. In our forestry sector, this has long been a reality: by-products from the forestry industry are used to create new products rather than ending up as waste. At the same time, this creates new jobs and conserves energy and natural resources.

The world is becoming increasingly urbanised, and here in the Baltic Sea region, our major cities are also continuing to grow. This makes it even more important for cities to work to reduce their emissions. Cities are also key players in advancing the circular economy.

I would like to wish us all fruitful discussions and a great time together here in Saint Petersburg.

Ханнеле Покка

Постоянный секретарь Министерства окружающей среды Финляндии

Дамы и господа,

Приятно снова принимать участие в мероприятиях международного экологического форума «День Балтийского моря» здесь, в Санкт-Петербурге. «День Балтийского моря» уже стал традицией, и приятно видеть здесь столько знакомых лиц. Наша цель по достижению статуса «чистое» для Балтийского моря - это больше, чем просто мечта; это то, над чем мы работаем во всех странах региона Балтийского моря, в прибрежных городах Балтики, в ХЕЛКОМ и в неправительственных организациях.

Санкт-Петербург и ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» часто упоминаются на этом форуме по хорошему поводу. Проект по обновлению системы очистки сточных вод реализовывается на систематической основе благодаря добрососедскому сотрудничеству.

Санкт-Петербург и Ленинградская область стоят перед серьезными экологическими вызовами, которые требуют быстрых действий. Одним из таких вызовов является свалка «Красный Бор», актуальность которого была отмечена президентами России и Финляндии.

Мы в Финляндии заинтересованы в обмене опытом в области управления отходами. В последнее время финские компании по управлению отходами имели возможность посетить Россию. И мы хотим пригласить представителей различных регионов России и бизнес-организаций приехать в Финляндию, чтобы познакомиться с нашим опытом в области обращения с отходами, который должна отметить один из лучших в мире.

Сейчас Финляндия председательствует в ХЕЛКОМ. Наша цель – обновить План действий по Балтийскому морю, которому сейчас уже более 10 лет. Все мы понимаем, что предстоит сделать ещё много для достижения «чистого» Балтийского моря. Изменения климата только добавляют вызовы на пути к этой цели.

Очевидно, что каждая из стран Балтийского региона должна выполнять свою часть «работы». Финское правительство запустило трехлетнюю программу по повышению эффективности защиты водных объектов с годовым бюджетом 15 млн. евро, то есть всего на 45 млн. евро. Эта программа курируется Министерством окружающей среды Финляндии и в основном фокусируется на сельском хозяйстве. Мы хотим жестко контролировать поступление биогенов от сельского хозяйства, применяя передовые методы.

Вопросы пластика, а точнее вопросы большого количества пластика, привлекают большое внимание на международном уровне. Согласно некоторым оценкам, к 2050 в морях и океанах будет больше пластика, чем рыбы.

В Финляндии мы разработали всеобъемлющую стратегию по пластику, которая уже реализуется. Стратегия помимо прочего фокусируется на переработке пластика и поиске новых вариантов использования переработанного пластика. Я верю, что в самом ближайшем будущем будет много событий в этой области.

Экономика замкнутого цикла (циркуляционная) является самой главной темой обсуждения на мировом уровне, и в Финляндии в частности. Наша страна первой в мире разработала тематическую «дорожную карту».

В экономике замкнутого цикла ничего не превращается в отходы. Отходы одного становятся бизнесом для другого. В секторе лесной промышленности это уже давно стало реальностью – побочная продукция и отходы используются для создания новых продуктов вместо того, чтобы становиться отходами. В то же время это способствует созданию новых рабочих мест, сохранять энергию и природные ресурсы.

Мир становится всё более урбанизированным, и здесь в Балтийском регионе основные города продолжают расти. Это делает более актуальной необходимость снижения эмиссий от них. Города так же являются ключевыми игроками процессов циркуляционной экономики.

Я желаю продуктивных дискуссий и прекрасного времяпрепровождения здесь в Санкт-Петербурге.

Mr. Jorodd Asphjell
President of the Baltic Sea Parliamentary Conference (BSPC)
at the XX International Environmental Forum
"Baltic Sea Day"
St. Petersburg, 22 March 2019

Excellencies, friends,

In my capacity as President of the Baltic Sea Parliamentary Conference, or BSPC for short, I bring the warmest congratulations to you celebrating 20 years of successful joint efforts for sustainable development and improving the environment in the Baltic Sea Region.

Especially in politically difficult times, constructive dialogue and close cooperation are very important.

From the very beginning, the BSPC has dealt intensively with environmental issues.

We aim to be progressive and to urge governments to act. And we try to convince those who are still hesitant.

For my home country, Norway, the sea is a central lifeline and living space.

That is why we have a vital interest in the well-being also of the Baltic Sea. That is why Norway invited leaders from coastal states across the world to develop a roadmap for the transition to a sustainable ocean economy and will report to the UN Ocean Conference next year.

We want to build a sustainable ocean economy;

We must stop destroying the world's marine ecosystems. We must improve the environmental status of the oceans.

Even if my home country, Norway, is not a member of HELCOM, we are involved in the HELCOM work with the support you get from the BSPC and also from the Nordic Council.

The BSPC placed an additional focus in it's Strategy and Work programme and will do so during our next conference in Oslo on the issue of sustainable management of the oceans, especially sustainable ocean economy, blue entrepreneurship as well as research and innovation for a healthy ocean, which includes fighting the plastic waste in the seas.

In the BSPC work program and at our next conference in Oslo, we will focus on:

- Sustainable ocean management and economy
- Research and innovation for a healthy ocean
- The fight against plastic waste

HELCOM has done much successful work in that direction. However, we need more action on the national and regional level.

As you know:

Since the beginning of our cooperation – and during 17 years as an official observer – the 27 parliaments and parliamentary organisations of BSPC have actively supported the work of HELCOM and called on our governments to give HELCOM the political support it needs to do what must be done.

Apart from all the progress made by HELCOM in the meantime, the current situation shows us that appeals alone are not enough. We must act more widely and make more significant efforts.

The HELCOM Ministerial meeting last year in Brussels realized this.

We support the agreements in the new ministerial declaration. At the same time, however, we call for stricter action at national level necessary to reinstate the health of the Baltic Sea.

In our current resolution, we have paid particular attention to urgent measures in the field of environmental protection:

we have addressed the increasing pollution and burden on the seas, in particular from plastic waste,

we call for urgent action in this area, both for the Baltic Sea region and beyond, to meet the UN‘s 2030 development goals as quickly as possible.

We welcome all efforts to move towards a healthy and clean Baltic Sea;

We called urgently on the governments to develop national and regional strategies

- to achieve the UN’s Agenda 2030 goals
- clean Baltic Sea free from marine litter
- promote sustainable agricultural practices,
- promote more sustainable shipping
- and tackling eutrophication and underwater noise
- halt untreated discharges without delay and to show determination to clean up the heavily polluted sea;
- to take urgent efficient action on the worrying levels of plastics and microplastics in the seas;
- to support and implement the regulations on reducing or banning single-use plastic as quickly as possible;
- promote public awareness of microplastic pollution throughout the Baltic ecosystem
- encourage customers to avoid personal care products containing micro plastics
- to further strengthen the interaction between the UN Sustainable Development Goals and human rights while recognising their close relationship

I was looking forward to the results of your expert seminars yesterday and your joint efforts and proposals,

We support such activities as far as possible.

The Baltic Sea Parliamentary Conference in Oslo on 25-27 August 2019 will offer dialogue, debate, solutions, friendship and a strong will to increase cooperation for a healthy the Baltic Sea!

Йородд Асфьель
Парламентская Конференция
Балтийского моря

Друзья,

В качестве президента Парламентской Конференции Балтийского моря я передаю наилучшие поздравления с 20-летием успешного сотрудничества для устойчивого развития и улучшения экологического состояния Балтийского моря.

В политически сложное время очень важны конструктивный диалог и тесное сотрудничество.

Для начала отмечу, что Парламентская Конференция Балтийского моря активно работает в сфере экологических вопросов.

Наша цель – быть прогрессивными и побуждать правительства к действию. И мы стараемся убеждать тех, кто ещё не уверен.

Для моей родной страны – Норвегии – море является центром жизненного пространства и жизни в целом.

Именно поэтому мы жизненно заинтересованы в благополучии Балтийского моря. Для этого Норвегия предложила лидерам прибрежных стран всего мира разработать «дорожную карту» перехода на устойчивую экономику в отношении мирового океана и будет докладывать об этом на Конференции ООН по океанам в следующем году.

Мы хотим построить устойчивую экономику в отношении мирового океана.

Мы должны остановить разрушение мировых морских экосистем. Мы должны повысить экологический статус океанов.

Не смотря на то, что моя родная страна Норвегия не является страной-участницей ХЕЛКОМ, мы вовлечены в работу путем оказания поддержки со стороны Парламентской конференции Балтийского моря и Северного Совета.

В своей стратегии и рабочей программе Парламентская конференция Балтийского моря специфически фокусируется на вопросах устойчивого управления океанами, особенно на устойчивости экономики в отношении мирового океана, как «голубом» предпринимательстве так и исследованиях и инновациях для оздоровления океанов, что включает и борьбу с загрязнением морей пластиком.

Рабочая программа Парламентской конференции Балтийского моря и предстоящая конференция в Осло будут сфокусированы на следующих вопросах:

- Устойчивое управление океанами и экономикой
- Исследования и инновации для оздоровления океанов
- Борьба с пластиковыми отходами

ХЕЛКОМ успешно проделал большую работу в этой области. Но действия на национальном и региональном уровне всё равно необходимы.

Известно, что:

С начала нашего сотрудничества – и в течение 17 лет в качестве официального наблюдателя – 27 парламентов и парламентских организаций Парламентской конференции Балтийского моря активно поддерживали работу ХЕЛКОМ и призывали наши правительства оказывать

ХЕЛКОМ политическую поддержку, необходимую для выполнения того, что должно быть сделано.

Помимо всего прогресса, достигнутого ХЕЛКОМ за это время, нынешняя ситуация показывает, что одних призывов недостаточно. Мы должны действовать более широко и прилагать более значительные усилия.

И Министерская сессия ХЕЛКОМ в Брюсселе в прошлом году подтвердила это.

Мы поддерживаем договоренности новой министерской декларации. В то же время мы призываем к более активным действиям на национальном уровне, необходимым для восстановления здоровья Балтийского моря.

В нашей нынешней резолюции мы уделили особое внимание неотложным мерам в области охраны окружающей среды:

мы рассмотрели проблему растущего загрязнения и нагрузки на море, в частности от пластиковых отходов,

мы призываем к принятию срочных мер в этой области, как в регионе Балтийского моря, так и за его пределами, чтобы достичь целей ООН 2030 настолько быстро, насколько это возможно.

Мы приветствуем все усилия на пути к здоровому и чистому Балтийскому морю;

Мы призываем правительства разработать национальные и региональные стратегии, чтобы

- Достичь Цели Повестки Дня ООН 2030
- Очистить Балтийское море от морского мусора
- Продвигать устойчивые практики в сельском хозяйстве
- Развивать более устойчивое судоходство
- И бороться с эвтрофикацией и подводным шумом
- незамедлительно прекратить необработанные сбросы и продемонстрировать решимость очистить сильно загрязненное море;
- принять срочные эффективные меры в отношении вызывающих тревогу уровней пластиковых отходов и микропластика в морях;
- как можно быстрее поддержать и внедрить положения о сокращении или запрете одноразового использования пластика;
- повысить осведомленность общественности о загрязнении микроплатиском экосистемы Балтийского моря
- поощрять потребителей избегать продуктов личной гигиены, содержащих микропластик
- продолжать укрепление взаимодействия между целями устойчивого развития ООН и правами человека, признавая их тесную взаимосвязь

Я с нетерпением ждал результатов ваших вчерашних экспертных семинаров, ваших совместных усилий и предложений,

Мы поддерживаем такие мероприятия, насколько это возможно.

Парламентская конференция Балтийского моря в Осло 25-27 Апреля 2019 предложит диалог, дебаты, решения, дружбу и сильную волю для усиления взаимодействия для оздоровления Балтийского моря!

Ms. Saara Bäck
Chair of the Helsinki Commission
Head of Unit and Environment Counselor
Ministry of the Environment of Finland

Baltic Sea Day 2019

It is great to be here, and judging by the **dynamic discussions** we had yesterday, and by the large number of attendants, the 20th International Forum "**Baltic Sea Day" 2019 is a big success**.

Congratulations to the organisers for this special anniversary edition, and I am glad HELCOM could be part of it.

Just like the Forum, HELCOM itself has always been an **active forerunner on environmental matters** of the Baltic Sea, and even beyond. HELCOM work on scientific research and data has been relayed in many places, and still is.

Like a true pioneer, HELCOM always managed to take up new issues and lead the field on sea-related matters.

This is mainly possible because of two things: 1) **extremely good cooperation** between all HELCOM members, and 2) the **hard work of the HELCOM Secretariat**.

HELCOM orientations

Over the past few years, HELCOM has been especially busy **assessing the state of the Baltic Sea**, as well as the **pressures** affecting it.

The **Second Holistic Assessment of the Baltic Sea**, or HOLAS II, is a good example.

We have a solid scientific **understanding of the pressures** affecting the sea, and of the **state of its biodiversity**. We now also have a clearer picture of the trends – both deteriorations and improvements.

Today, these findings need to be put to good use.

And we are doing just that with the update of the Baltic Sea Action Plan.

BSAP update

By now, some of you already heard that the **Baltic Sea Action Plan** will be updated in 2021, as already mandated by the Ministerial Meeting 2018.

For those who don't know: The Baltic Sea Action Plan is HELCOM's strategic programme of very concrete actions and measures for a healthy Baltic Sea – for a marine environment in a good ecological state.

The **high level of ambition** of the previous plan will be maintained in the update – to eventually achieve good environmental status for the Baltic Sea, with the help of bold actions.

The update is based on **solid scientific underpinnings**, such as the results from the HOLAS II assessment I just mentioned.

The results also helped to **identify emerging pressures**. These will now be included in the new plan.

Effects of climate change, underwater noise, micro-litter, pharmaceutical residues, or disturbance to seabed are some examples. New approaches on eutrophication such as **nutrient recycling** will also be added to the plan.

At the moment, we are already looking at the efficiency of the current measures of the BSAP. What actions work? What don't? Are they cost-effective and implementable? Do we need more actions, or are the current ones enough and simply need to be given more time?

This analysis of the "**sufficiency of measures**" or "SOM" – as we call it – will provide answers to that.

So, we know where we are coming from, and we know where we want to go. The **updated BSAP will be the roadmap** for that. It will take us closer to our common goal of a Baltic Sea in a healthy state.

Nutrient recycling

Back to St Petersburg and the Baltic Sea Day 2019, we will be now hearing about circular economy and the **nutrient recycling** from the next panel – as soon as I am done with my speech and if you haven't left the room by then.

But before we hear from them, allow me to set the scene.

As you all know, **eutrophication** is the major pressure on the Baltic Sea right now, with 97% of the Baltic Sea affected. (This result comes from HOLAS II.)

We also know that a lead cause of this is excessive nutrient input from land-based sources, especially from **agriculture**.

To address this issue, the Ministerial Meeting 2018 already mandated the HELCOM countries to devise a **Regional Nutrient Recycling Strategy** by 2020.

This is unique in the world, and the Baltic Sea will serve as a global model for **sustainable use and management of nutrients**, closely focussing on recycling these nutrients and preventing them from entering the sea.

This regional approach will lead to **improved policy coherence** and improved **knowledge sharing** among all HELCOM countries. It will **increase the opportunities** for reducing the nutrient inputs to the Baltic Sea.

Thank you to the organizers for such a great event, and thank you for your attention.

Саара Бэк

Председатель Хельсинкской Комиссии

Руководитель отдела и советник

Министерство окружающей среды Финляндии

«День Балтийского моря» 2019

Приятно быть здесь, и, судя по динамичным дискуссиям вчера и количеству участников, XX Международный форум «День Балтийского моря» имеет большой успех.

Поздравляю организаторов с этим особым юбилейным Форумом, и я рада, что ХЕЛКОМ может быть частью этого события.

Так же как и Форум, ХЕЛКОМ сам по себе всегда был активным лидером в области экологических вопросов в регионе Балтийского моря и за его пределами. ХЕЛКОМ выполняет научные исследования и собирает данные, которые остаются актуальными и используются в различных сферах.

Как настоящему пионеру, ХЕЛКОМ всегда удавалось поднимать новые вопросы и возглавлять направления, связанные с морем.

Это возможно благодаря двум основным моментам:

1. Высокий уровень взаимодействия между странами-участницами ХЕЛКОМ
2. Усердная работа секретариата ХЕЛКОМ

Ориентиры ХЕЛКОМ

Последние несколько лет ХЕЛКОМ был занят оценкой состояния Балтийского моря и нагрузок, влияющих на него.

Вторая комплексная оценка Балтийского моря – HOLAS II – отличный тому пример.

У нас есть четкое научно-обоснованное понимание уровней нагрузок, которые оказывают влияние на море, и о состоянии биоразнообразия. Кроме того, у нас есть ясная картина тенденций – как улучшений, так и ухудшений.

Сегодня, эти результаты должны найти соответствующее хорошее применение.

И мы делаем это в процессе обновления Плана Действий по Балтийскому морю.

Обновление Плана действий по Балтийскому морю

В настоящее времени некоторые из вас уже слышали, что План действий по Балтийскому морю будет обновлен в 2021 году, так как это было решено на Министерской Сессии ХЕЛКОМ в 2018 году.

Для тех, кто не знает: План действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю представляет собой стратегическую программу очень конкретных действий и мероприятий для оздоровления Балтийского моря – достижения хорошего экологического состояния морской среды.

Высокий уровень амбиций предыдущего плана будет сохранен в процессе обновления, чтобы в конечном итоге достичь хорошего экологического состояния Балтийского моря с помощью решительных действий

Обновление имеет прочную научную основу, как, например, результаты комплексной оценки HOLAS II, о которой я уже говорила.

Результаты оценки также помогли определить и нагрузки, которые только формируются. И они будут включены в новый План.

В качестве примера можно привести воздействие изменений климата, подводного шума, микромусора, остатков фармацевтических препаратов или нарушения целостности морского дна. Такие новые подходы в борьбе с эвтрофикацией как рециклинг биогенов так же будут включены в План.

Сейчас, мы уже можем оценивать эффективность мер, предпринимаемых в рамках Плана действий по Балтийскому морю. Какие действия эффективны? Какие нет? Экономически выгодны ли они и насколько реализуемы? Нужны ли дополнительные мероприятия, или имеющиеся являются достаточными и просто необходимо дать им больше времени?

Анализ эффективности мер – “SOM” как мы его называем – должен дать ответы на эти вопросы.

Таким образом, мы знаем, откуда идем, и знаем, куда хотим прийти. Обновленный План действий по Балтийскому морю станет «дорожной картой» для этого. Он приблизит нас к нашей общей цели – здоровое Балтийское море.

Рециклинг биогенов

Возвращаясь к Санкт-Петербургу и Форуму «День Балтийского моря» 2019, в рамках панельной дискуссии мы поговорим об экономике замкнутого цикла и рециклинге биогенов – как только я закончу свою речь, и если вы к тому времени не покинете зал.

Разрешите мне сделать вступление к этому.

Как вы, должно быть, знаете эвтрофикация – это главный источник нагрузки на Балтийское море с показателем 97% (по результатам оценки HOLAS II).

Так же мы знаем, что основные вклад биогенов делают источники, расположенные на земле, особенно, сельское хозяйство.

Обращая внимание собравшихся, отмечу, что Министерская Сессия 2018 уже поручила странам ХЕЛКОМ разработать региональную стратегию рециклинга биогенов к 2020 году.

Это уникальное решение в мире, и Балтийское море будет служить моделью в глобальном масштабе для устойчивого использования и управления биогенами, уделяя особое внимание рециклингу биогенов и предотвращению их попадания в море.

Этот региональный подход приведет к улучшению согласованности политики и улучшению обмена знаниями между всеми странами ХЕЛКОМ. Это расширит возможности для сокращения поступления биогенов в Балтийское море.

Благодарю организаторов за это замечательное событие и спасибо за внимание!

Уважаемые коллеги и друзья Балтийского моря!

Международный экологический форум "День Балтийского моря" за 20 лет своего существования стал важным ежегодным международным событием и площадкой для обсуждения вызовов и решений для нашего общего Балтийского региона и моря, объединяющего жителей его стран.

Необходимо отметить кросс-секторный состав участников Форума – в обсуждении актуальных проблем экологии традиционно принимают участие представители общественных организаций, научных кругов, политики, парламентариев, государственных структур и пан-балтийских организаций сотрудничесства. Именно такой состав участников позволяет в полной мере обеспечить комплексный подход в решении стоящих задач и наглядно демонстрирует эффективность профессионального взаимодействия на уровне прямых контактов между людьми, которые желают внести свой вклад в экологическое благополучие моря и региона.

За окружающую среду Балтийского моря несут совместную ответственность все прибрежные страны. Только вместе, объединяя свои усилия, можно сделать Балтийское море более экологически чистым и здоровым.

Основы развития регионального сотрудничества на Балтике были заложены еще в 1969 г., когда был подписан Договор об охране водной среды Балтийского моря. С 1992 г. этот вид деятельности организует Хельсинкская комиссия. В том же году было заключено соглашение более широкого характера — о

COUNCIL OF THE BALTIC SEA STATES
The Secretariat
Slussplan 9, P.O. Box 2010
SE-103 11 Stockholm
Tel. +46 8 440 1920
Fax +46 8 440 1944
e-mail: cbss@cbss.org
www.cbss.org

создании Совета государств Балтийского моря, в котором приняли участие все государства региона, 11 стран, включая Норвегию и Исландию.

Совет гсударств Балтийского региона Совет государств (СГБМ) уделяет большое внимание международному сотрудничеству в области устойчивого развития, которое стало неотьемлемой частью долгосрочного приоритета СГБМ «УСТОЙЧИВЫЙ И ПРОЦВЕТАЮЩИЙ РЕГИОН».

Тема экологии Балтийского моря безусловно связана и с двумя другими приоритетами Совета – Безопасный и Надежный Регион и Региональная Идентичность.

ХЕЛКОМ является ключевым стратегическим партнером СГБМ и входит в состав двух Экспертных групп: Экспертной группе по устойчивому развитию (EGSD) - Балтика 2030, члены которой осуществляют координацию и совместные действия стейкхолдеров в регионе Балтийского моря по выполнению ЦУР. Повестка дня на период до 2030 года и ее Цели Устойчивого Развития должны стать отправной точкой для дальнейшего сотрудничества и для разработки конкретных проектов, в которых рассматриваются также вопросы, затрагиваемые сегодня (такие как эрозия побережья, воздействие изменения климата, рыболовство и качество воды, управление отходами, сельское хозяйство, так далее). В частности, в Плане действий по Балтике до 2030 года, принятом в Рейкьявике в 2017 году министрами и высокопоставленными представителями государств-членов СГБМ, включая Российскую Федерацию, в частности, упоминается необходимость сосредоточить внимание на Обеспечение устойчивого использования Балтийского моря и его морских ресурсов (ЦУР 14), признание связанных с

COUNCIL OF THE BALTIC SEA STATES
The Secretariat
Slussplan 9, P.O. Box 2010
SE-103 11 Stockholm
Tel. +46 8 440 1920
Fax +46 8 440 1944
e-mail: cbss@cbss.org
www.cbss.org

океаном целей других ЦУР и сосредоточение усилий на осуществлении Плана Действий ХЕЛКОМ для Балтийского моря к 2021 году и возобновлении действий вплоть до 2030 года.

ХЕЛКОМ также входит в состав Экспертной группы по устойчивой морской экономике (EGSME), одним из приоритеов которой является мониторинг исполнения 14 ЦУР и определение ее индикаторов. Кроме того, Экспертная группа по устойчивой морской экономике ставит целью обеспечение кросс-секторного диалога между бизнесом, индустриями, научными кругами и властями стран-членов СГБМ. В ближайшее время в 3-4 апреля в Юрмале состоится Конференция по взаимодейсвтию малых и средних портов региона БМ в рамках латвийского председательства в СГБМ и Группе.

От лица СГБМ передаю поздравления Экологическому Форуму «День Балтийского моря» в связи с 20-летием и благодарность за многолетнее сотрудничество и эффективную работу по улучшению экологического состояния моря и продвижению наших общих приоритетов в этой связи!

От имени Постоянного Международного Секретариата СГБМ

Дарья Ахутина

Старший Советник, Глава Департамента Устойчивый и Процветающий Регион

COUNCIL OF THE BALTIC SEA STATES
The Secretariat
Slussplan 9, P.O. Box 2010
SE-103 11 Stockholm
Tel. +46 8 440 1920
Fax +46 8 440 1944
e-mail: cbss@cbss.org
www.cbss.org

THE SECRETARIAT

Ms. Daria Akhutina
Senior Adviser for Sustainable and Prosperous Region
The Secretariat of the Council of the Baltic Sea States

Dear colleagues and friends of the Baltic Sea!

International environmental Forum "Baltic Sea Day" for 20 years of its existence has become an important annual international event and a platform for discussing challenges and solutions for our common Baltic region and the sea, uniting the inhabitants of its countries.

It's worth to note the cross-sectoral composition of the Forum participants – representatives of public organizations, science, politics, parliamentarians, government agencies and pan-Baltic cooperation organizations traditionally take part in the discussion of topical environmental problems. It is this composition of participants that allows fully ensuring an integrated approach to solving the problems and demonstrates the effectiveness of professional interaction at the level of direct contacts between people who want to contribute to the environmental well-being of the sea and the region.

All coastal countries are jointly responsible for the environment of the Baltic Sea. Only together, combining their efforts can make the Baltic Sea more environmentally friendly and healthy.

The basis for the development of regional cooperation in the Baltic Sea region was laid back in 1969, when the Agreement on the protection of the Baltic Sea water environment was signed. Since 1992, this activity has been organized by the Helsinki Commission. In the same year, broader agreement was concluded on the establishment of the Council of the Baltic Sea States, in which all the States of the region, 11 countries, including Norway and Iceland, participated.

The Council of the Baltic Sea States pays great attention to international cooperation in the field of sustainable development, which has become an integral part of long-term CBSS priority "SUSTAINABLE AND PROSPEROUS REGION".

The topic of the Baltic sea environment is undoubtedly linked to the Council's other two priorities – a Safe and Secure Region and Regional Identity.

HELCOM is a key strategic partner of the CBSS and is part of two Expert groups: the Expert group on sustainable development (EGSD) - Baltic 2030, whose members coordinate and collaborate with stakeholders in the Baltic sea region to implement the SDGs. The 2030 agenda and its sustainable Development Goals should be the starting point for further cooperation and for the development of specific projects that also address issues that are addressed today (such as coastal erosion, the impact of climate change, fisheries and water quality, waste management, agriculture, etc.). In particular, the Action Plan for the Baltic Sea until 2030, adopted in Reykjavik in 2017, Ministers and high-level representatives of the member States of the CBSS, including the Russian Federation, in particular, mentioned the need to focus on the sustainable use of the Baltic sea and its marine resources (der 14), the recognition connected with ocean other goals of the SDGs and focus on the implementation of the Action Plan HELCOM for the Baltic sea by 2021, and the resumption of action up to 2030.

HELCOM is also a member of the Expert group on sustainable marine economy (EGSME), one of the priorities of which is to monitor the implementation of the 14 SDG and identify its indicators. In addition, the Expert group on sustainable marine economy aims to ensure cross-sectoral dialogue between business, industry, science and the authorities of the CBSS member countries. In the near future, a Conference on interaction of small and medium-sized ports of the BM region within the framework of the Latvian chairmanship of the CBSS and the Group will be held in Jurmala on April 3-4.

On behalf of the CBSS, I congratulate the International Environmental Forum "Baltic Sea Day" on the occasion of the 20th anniversary and thank you for the long-term cooperation and effective work to improve the ecological state of the sea and promote our common priorities in this regard!

СЕКЦИОННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ / SECTION SESSIONS

Практическая дискуссия о возможном решении проблемы повышения эффективности рециклинга фосфора в секторе обращения со сточными водами при поддержке проекта BSR Water Platform / Practical discussion on potential solution to enhance P-recycling in the waste water sector with support by BSR Water Platform Project

УДК 556.535.8

О. В. Задонская

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ И НАГРУЗКИ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ НА БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ СО СТОКОМ Р. НЕВА ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД (1979-2016 ГГ.)

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный гидрологический институт»
Россия, 199053, Санкт-Петербург, В. О., 2-я линия, 23
E-mail: ov-zadon@yandex.ru

Показано изменение концентраций и нагрузок биогенных веществ (различных форм азота и фосфора) со стоком р. Нева в период 1979-2016 годов. Наибольший сток биогенных веществ по р. Нева в Финский залив наблюдался в середине 90-х годов XX века. После этого он значительно снизился и в последние 10 лет не превышает 99,5 тыс. тонн по азоту общему и 9,0 тыс. тонн по фосфору валовому (или 5,0 тыс. тонн по фосфору общему).

Ключевые слова: азот; фосфор; биогенная нагрузка; Нева; многолетний период.

PERENNIAL NUTRIENTS CONCENTRATIONS AND LOADS TRENDS WITH RUNOFF OF NEVA RIVER (1979-2016)

The load of nutrients (forms of nitrogen and phosphorus) and there concentrations in Neva river is estimated for the period of 1979-2016. The maximum of load was observed in 1990-s. After

that it decreased and nowadays is not more than 99500 t for Ntot (filtered) and 9000 t for Ptot (or 5000 t for filtered Ptot).

Key words: nitrogen; phosphorus; nutrient load; Neva river; long period.

Для оценки концентраций и нагрузки биогенных веществ (различных форм азота и фосфора) со стоком р. Нева на Финский залив был собран архив гидрохимических данных за период мониторинга с 40-х годов XX века по посту р. Нева – г. Санкт-Петербург, створ 3 (д. Новосаратовка) по данным государственной сети наблюдений за качеством и состоянием водных объектов Росгидромета [1, 2]. Все величины были пересчитаны из ионной формы на азот или фосфор и приведены к единому виду. В связи с тем, что в данных имеются большие пропуски за отдельные годы, то для анализа было решено использовать ряды с 1979 г., когда имеются сезонные наблюдения по крайней мере по 5 из 7 показателей. В таблице 1 и на рисунке 1 представлены изменения концентраций биогенных веществ и их статистическая оценка: для разовых концентраций за период 1946-2016 гг., для среднегодовых – за 1979-2016 гг. Годовые значения стока веществ представлены в таблице 2 и на рисунках 2 и 3.

Таблица 1 – Статистические характеристики разовых и среднегодовых концентраций биогенных веществ (мг/дм^3) по посту р. Нева – г. Санкт-Петербург, ств. 3 (д. Новосаратовка)

	Разовые				Среднегодовые			
	среднее	минимум-максимум	СКО	длина ряда	среднее	минимум-максимум	СКО	длина ряда
$N\text{-}NH_4$	0,131	0,00-1,89	0,217	389	0,104	0,004-0,299	0,084	36
$N\text{-}NO_2$	0,018	0,00-0,32	0,040	441	0,019	0,001-0,066	0,016	36
$N\text{-}NO_3$	0,390	0,00-4,00	0,445	419	0,444	0,156-1,257	0,221	36
Nобщ	1,060	0,34-4,00	0,573	163	1,122	0,690-1,755	0,363	15
$P\text{-}PO_4$	0,044	0,00-1,00	0,096	359	0,046	0,007-0,156	0,032	36
Робщ	0,071	0,003-1,10	0,120	258	0,070	0,016-0,208	0,048	27
Рвал	0,105	0,006-1,40	0,162	332	0,097	0,025-0,321	0,064	36

Таблица 2 – Годовой сток (тонны) биогенных веществ по посту р. Нева – г.Санкт-Петербург, ств. 3 (д. Новосаратовка), 1979-2016 гг.

	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_2$	$N\text{-}NO_3$	Nобщ	$P\text{-}PO_4$	Робщ	Рвал
ср	7740	1414	34363	82228	3371	5087	7387
мин	667	168	6774	51687	702	1293	2284
макс	22061	4308	95013	127384	9707	13085	19626

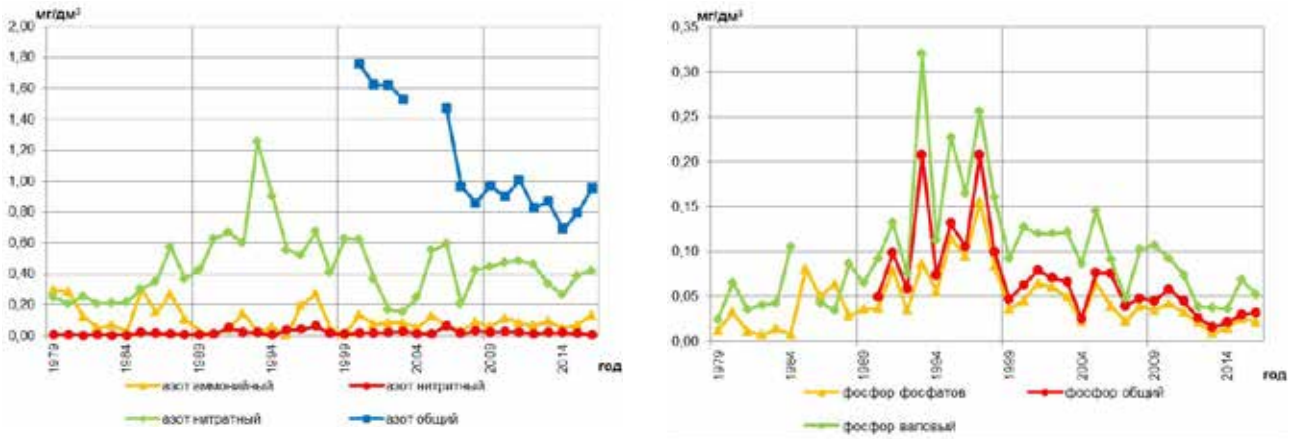


Рисунок 1. Среднегодовые концентрации различных форм азота и фосфора на посту р. Нева – г. Санкт-Петербург, ств. 3 (д. Новосаратовка), 1979-2016 гг.

Анализ концентраций различных форм азота показал, что превышения нормативов ПДК-рыбхоз по среднегодовым показателям отмечалось только для азота нитритного в 37% лет наблюдений, причем после 2000 г. 11 раз. Наибольшие средние годовые концентрации (более 0,05 мг/дм^3) отмечались в 1991, 1997 и 2006 годах. Измерения содержания общего азота в воде р. Невы начались только в 2000 г. В период 2000-2016 г. среднегодовые концентрации изменялись от 0,690 до 1,76 мг/дм^3 и в среднем составили 1,12 мг/дм^3. Максимальные концентрации наблюдались в начале периода.

Средняя многолетняя величина годового стока азота аммонийного за период 1979–2016 гг. составила 7,85 тыс. т, азота нитритного – 1,43 тыс. т, азота нитратного – 34,8 тыс. т. Сток азота общего рассчитан только для периода с 2000 г. и в среднем составил 82,4 тыс. т.

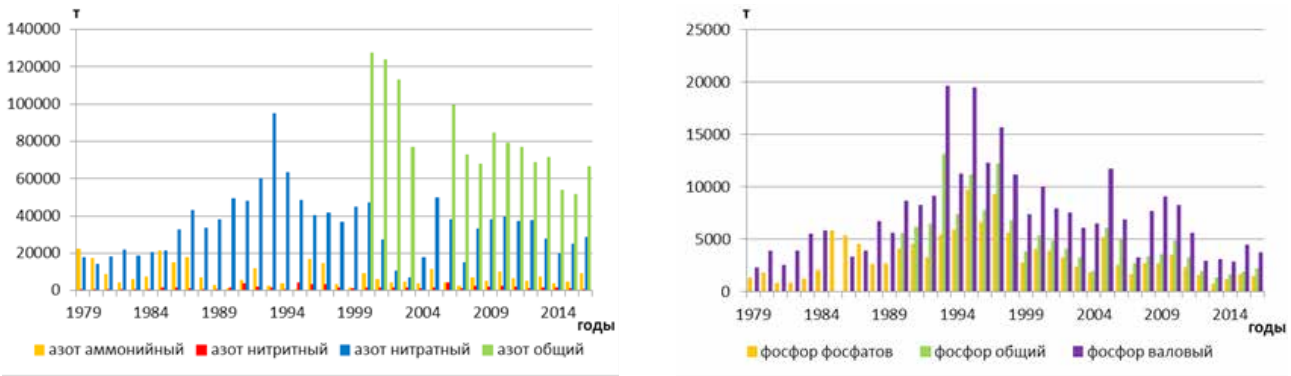


Рисунок 1. Годовой сток различных форм азота и фосфора по посту р. Нева – г. Санкт-Петербург, ств. 3 (д. Новосаратовка), 1979-2016 гг.

Средние годовые концентрации фосфора фосфатов (фосфора минерального) в период 1979-2016 гг. колебались значительно, наибольшие (выше 0,08 мг/дм^3) были отмечены в 1985, 1993, 1995-1998 годах. В последние годы (после 2000 г.) концентрации не поднимались выше 0,065 мг/дм^3. Средняя многолетняя величина составила 0,046 мг/дм^3.

Наблюдения за фосфором общим были начаты в 1990 г. Средние годовые концентрации в среднем за период составили 0,070 мг/дм^3. Наибольшие концентрации (более 0,10 мг/дм^3)

отмечались в 1993, 1995-1998 годах. В эти же годы получены и максимальные годовые концентрации фосфора валового – более 0,15 мг/дм^3. Концентрации фосфора валового в среднем за период составили 0,097 мг/дм3.

Средняя многолетняя величина годового стока фосфора фосфатов за период составила 3,43 тыс. т, фосфора общего – 5,16 тыс. т, фосфора валового – 7,38 тыс. т.

Таким образом, наибольший сток биогенных веществ по р. Нева в Финский залив наблюдался в середине 90-х годов XX века. После этого он значительно снизился и в последние 10 лет не превышает 99,5 тыс. тонн по азоту общему и 9,0 тыс. тонн по фосфору валовому (или 5,0 тыс. тонн по фосфору общему).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Том 1(29). 1969-1989 гг.
2. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.1, Вып. 5. – 1946-1969 гг.

Краткая информация об авторе

Задонская Ольга Викторовна
Старший научный сотрудник лаборатории озер и водохранилищ отдела водных ресурсов.
Специализация: исследование гидроэкологических проблем рек и озер Северо-Запада России.
E-mail: ov-zadon@yandex.ru

Zadonskaya Olga
Senior researcher of lakes and reservoirs laboratory of water resources department.
Area of expertise: research of hydroecological problems of water assets at North-West of Russia
E-mail: ov-zadon@yandex.ru

УДК 661.152.32:502.5

Е. О. Ишутина, Н. А. Бродская

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОСТАВ РЕКИ ЛУГИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ПГ ФОСФОРИТ»)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский морской технический университет» СПБГМТУ
Россия, 190121, Санкт-Петербург, Лоцманская, д.3
E-mail: katuha31-1997@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный гидрометеорологический университет» РГГМУ
Россия, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский проспект, 98
E-mail: gidro-geo@yandex.ru

Рассматривается производство сложных минеральных удобрений на базе природного сырья апатитового концентрата. Приведен обзор формируемых жидких и твердых отходов, складируемых на территории рекультивированных карьеров и сбросом сточных вод с очистных сооружений в природные водотоки. Разработан алгоритм исследований воздействия производства на окружающую среду.

Ключевые слова: суперфосфат; аммофос; фосфогипс; загрязненные сточные воды; грунтовые воды.

Производство сложных минеральных удобрений, сопряжено с использованием природных ресурсов, таких как фосфориты, апатитовый концентрат, фосфорная кислота, природная вода. Это химическое производство, сопровождается образованием токсичных отходов, таких как фосфогипс, содержащий до 22,1 % серы и до 0,5 % неотмытой фосфорной кислоты. Однако возможное использование таких отходов как удобрение экономически целесообразно только на небольшой отдаленности от производства. Поэтому фосфогипс складируется в виде отвалов, в хранилищах отходов. При этом, формируются отжимающиеся концентрированные водные растворы с минерализацией более 50 г/д сульфатно-фторидно-фосфатного и аммонийно-натриево-щелочно-земельного состава с величиной pH 2,3-3,3. Кроме этого в отходах содержатся F, Sr, Cd, PЬ.

Фосфогипс образуется при следующей реакции (1) [1]:

$$Ca_5F(PO_4)_2 + 5SO_4 + nH_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5CaSO_4nH_2O + HF \qquad (1),$$

Основное его вещество ($CaSO_4 \times 2H_2O$) составляет не менее 80 % [1].

Формирующиеся отжимающиеся растворы взаимодействуют с грунтовыми водами, в результате чего происходит их загрязнение.

На территории ООО «ПГ Фосфорит» грунтовые воды залегают близко к поверхности и даже наблюдаются места выхода их на поверхность.

Ранее, [2,3] было доказано наличие гидравлической связи грунтовых вод территории с рекой Лугой, которая является зоной разгрузки последних и составляет в водном балансе реки более 30 %. Химический грунтовый сток имеет направление к реке, с одной стороны, и в зону отработанных карьеров, с другой. По данным опробования реки Луги отмечается повышенное содержание фосфатов. Это может быть вызвано и наличием фосфоритного пласта в разрезе месторождения, как естественный фон, но расчеты ионного грунтового стока показывают превышение данного компонента на значительном расстоянии, а именно в устьевой части Луги.

Природоохранные предприятия прежде всего должны быть направлены на изолировании хранилищ отходов фосфогипса и дренирование отжимающихся растворов с последующей очисткой на очистных сооружениях. Такие мероприятия, на ООО «ПГ Фосфорит» в настоящее время производятся, но загрязненный грунтовый сток распространенный по всей территории, еще длительное время будет являться источником загрязнения реки Луги.

В этой связи предлагается восстановить откачку дренажных вод из канавы перед целиком с последующим сбросом их в бассейн-накопитель на территории очистных сооружений для повторного использования в производстве и (или) очисткой на очистных сооружениях. Данная система позволит снизить зеркало грунтовых вод по крайней мере на полтора-два метра и сократит поступление отжимающихся растворов в грунтовый горизонт.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мельникова Е.Я., Салтанова В.П., Наумова А.М., Блинова Ж.С.* Технология неорганических веществ и минеральных удобрений: учеб. для техникумов. М.:Химия,1983.- С. 219-308.
2. *Бродская Н.А., Мякишева Н.В.* Оценка разномасштабного взаимодействия поверхностных и подземных вод (на примере ООО «ПГ Фосфорит»): ученые записки РГГМУ №38 Научно-теоретический журнал -СПб.: РГГМУ, 2015. - С.36-50.
3. *Бродская Н.А., Мякишева Н.В.* Оценка потенциальных источников загрязнения р. Луги в отсутствии сети мониторинга: межд. Форум 15 «День Балтийского моря» тезисы доклада - СПб.: 2014,- С. 44-45.

Краткая информация об авторах

Ишутина Екатерина Олеговна, студент СПбГМТУ.
E-mail: katuha31-1997@mail.ru

Бродская Нина Александровна, доцент, к.г.н. РГГМУ, профессор СПбГМТУ.
E-mail: gidro-geo@yandex.ru

UDC 661.152.32: 502.5

E.O. Ishutina, N.A. Brodskaya

IMPACT OF PRODUCTION OF COMPLEX MINERAL FERTILIZERS ON THE COMPOSITION OF THE LUGA RIVER (ON THE EXAMPLE OF PG PHOSPHORITE LLC)

St. Petersburg Maritime Technical University SPBGMTU
Russia, 190121, St. Petersburg, Lotsmanskaya, 3
E-mail: katuha31-1997@mail.ru
Russian State Hydrometeorological University RSHU
Russia, 195196, St. Petersburg, Malookhtinsky Avenue, 98
E-mail: gidro-geo@yandex.ru

The production of complex mineral fertilizers based on natural raw materials of apatite concentrate is considered. A review of the generated liquid and solid wastes stored on the territory of reclaimed quarries and the discharge of wastewater from treatment plants into natural watercourses is given. An algorithm has been developed to study the impact of production on the environment.

***Keywords**:* superphosphate; ammophos; phosphogypsum; polluted wastewater; groundwater.

The production of complex mineral fertilizers is associated with the use of natural resources such as phosphate rock, apatite concentrate, phosphoric acid, natural water. This chemical production is accompanied by the formation of toxic waste, such as phosphogypsum, containing up to 22.1% sulfur and up to 0.5% unwashed phosphoric acid. However, the possible use of such waste as fertilizer is economically feasible only at a small distance from production. Therefore, phosphogypsum is stored in the form of dumps, in the storage of waste. At the same time, forming concentrated aqueous solutions with a mineralization of more than 50 g / dm^3 sulfate-fluoride-phosphate and ammonium-sodium-alkaline-earth composition with a pH of 2.3-3.3 are formed. In addition, the waste contains F, Sr, Cd, Pb.

Phosphogypsum is formed by the following reaction (1) [1].

$$Ca_5F(PO_4)_2 + 5SO_4 + nH_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5CaSO_4nH_2O + HF, \quad (1),$$

Its main substance ($CaSO_4 \times 2H_2O$) is at least 80% [1].

Formed spin-off solutions interact with groundwater, as a result of which they are polluted.

On the territory of LLC PG Phosphorit, groundwater is deposited close to the surface and even there are places of their release to the surface.

Earlier, [2,3], the presence of a hydraulic connection of the groundwater of the territory with the river Luga, which is the discharge zone of the latter and is more than 30% in the water balance of the river, was proved. The chemical groundwater flow has a direction towards the river, on the one hand, and into the zone of spent quarries, on the other. According to the testing of the Luga river, an elevated phosphate content is noted. This may be caused by the presence of a phosphate reservoir in the section of the field as a natural background, but calculations of ionic groundwater flow show the excess of this component at a considerable distance, namely in the mouth of the Luga.

The environmental enterprises should first of all be focused on isolating the phosphogypsum waste storages and draining the squeezed-out solutions with subsequent purification at the sewage treatment plants. Such activities are currently being carried out at OOO PG Phosphorit, but contaminated groundwater runoff spread throughout the territory will still be a source of pollution of the Luga River for a long time.

In this regard, it is proposed to restore the pumping of drainage water from the ditch in front of the whole with subsequent discharge into the storage pool on the territory of the treatment facilities for reuse in production and (or) cleaning at the treatment facilities. This system will reduce the groundwater table by at least one and a half to two meters and reduce the flow of pressing solutions into the soil horizon.

REFERENCES

1. *Melnikova E.Ya., Saltanova V.P., Naumova A.M., Blinova Zh.S.* Technology of inorganic substances and mineral fertilizers: studies. for technical schools. M.: Chemistry, 1983.- p. 219-308.
2. *Brodskaya N.A., Myakisheva N.V. Evaluation* of the multi-scale interaction of surface and groundwater (on the example of LLC PG Phosphorit): scientific notes of RSHU No. 38 Scientific and Theoretical Journal –SPb: RSHU, 2015. - P.36-50.
3. *Brodskaya N.A., Myakisheva N.V.* Assessment of potential sources of pollution p. Lugi in the absence of a monitoring network: int. Forum 15 “Baltic Sea Day” report thesis - SPb .: 2014, - p. 44-45.

Brief information about the authors

Ishutina Ekaterina Olegovna, student SPbGMTU.
E-mail: katuha31-1997@mail.ru

Brodskaya Nina Alexandrovna, Associate Professor, Ph.D. RSHU, Professor SPbGMTU.
E-mail: gidro-geo@yandex.ru

УДК: 504.054(470.23-25)

В. Ю. Третьяков, С. М. Клубов*

ОСОБЕННОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ФИНСКИЙ ЗАЛИВ СО СТОКОМ РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9
***E-mail: klubov_stepan@mail.ru**

В работе произведена оценка поступления общего фосфора в Финский залив со стоком рек Санкт-Петербурга. Оценивается вклад поступления общего фосфора со стоком рек Санкт-Петербурга в эвтрофирование Балтийского моря.

Ключевые слова: эвтрофирование Финского залива; оценка стока общего фосфора.

Избыточное поступление общего фосфора в водоем может привести к «цветению» и ухудшению качества воды, появлению анаэробных зон, нарушению структуры биоценозов и исчезновению гидробионтов, в том числе ценных промысловых рыб [4]. Эвтрофирование Финского залива – одна из главных проблем Балтийского моря. Для ее решения 15 ноября 2007 г. в Кракове министрами охраны окружающей среды стран региона был согласован План действий для Балтийского моря (ПДБМ). В соответствии с ним поступление фосфора общего в Финский залив не должно превышать 3600 тонн/год [1].

Санкт-Петербург – крупнейший мегаполис на побережье Балтики. Поэтому оценка поступления общего фосфора со стоком рек города является важной задачей. Северо-западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (СЗУГМС) ежегодно осуществляет оценку поступления общего фосфора в Финский залив со стоком рукавов р. Невы: Б. Нева, М. Нева, Б. Невка, М. Невка [3]. СЗУГМС не публикует данные о стоке общ. фосфора каждой реки по отдельности. Отсутствуют створы мониторинга СЗУГМС на малых реках, впадающих в Финский залив: Красненькая, Дудергофка, Смоленка. Поэтому для проведения исследования мы использовали данные из ежеквартальных отчетов о качестве воды водотоков Санкт-Петербурга, качестве и объеме сточных вод ГУП «Водоканал СПб» за 2018 год. Мы произвели оценку поступления общего фосфора в Финский залив со стоком рек города, где есть створы регулярных наблюдений. Нами был оценен вклад стока притоков реки Невы и ее рукавов, а также выпусков в поступление общего фосфора в Финский залив.

Расчет поступления общ. фосфора со стоком рек производился по формуле 1:

$$Q=31,5 \cdot C_{ср} \cdot R_{ср} \qquad (1)$$

где Q – поступление общ. фосфора, тонн/год; $C_{ср}$ – среднегод. концентрация общ. фосфора в воде (данные ГУП «Водоканал СПб»), мг/л; $R_{ср}$ – среднегод. расход воды [2], $м^3/с$.

Поступление общего фосфора (тонн/год) со сточными водами ГУП «Водоканал СПб» рассчитывалось как сумма произведений среднегодовой концентрации общего фосфора в сточных водах на общий за год объем сточных вод по каждому выпуску.

Таблица 1. Поступление общего фосфора в Финский залив
со стоком рек Санкт-Петербурга по данным ГУП «Водоканал СПб» за 2018 год

Реки, впадающие в Финский залив	Сток Робщ. в Финский залив с речными водами, тонн/год	Поступление Робщ. в реки со стоком притоков, тонн/год	Поступление Робщ. в реки со сточными водами ГУП «Водоканал СПб», тонн/год
Нева (створ Новосаратовка)	3276,0	-	-
Большая Нева (устье)	2286,9	101,5	8,37

Малая Нева (устье)	760,1	-	1,38
Малая Невка (устье)	358,4	96,0	1,01
Большая Невка (устье)	706,2	-	0,21
Красненькая	35,9	-	0,05
Дудергофка	15,2	-	0,09
Смоленка	7,5	-	0,46

По данным ГУП «Водоканал СПб» со стоком рек Санкт-Петербурга, на которых есть створы регулярных наблюдений, в Финский залив в 2018 году поступило 4170,2 тонны общего фосфора (табл. 1). Со стоком реки Невы и ее рукавов поступило 98,6% стока общего фосфора.

Расположение створов регулярных наблюдений за качеством воды ГУП Водоканал СПб на границе Санкт-Петербурга (створ Новосаратовка) и в устье рукавов реки Невы позволяет оценить влияние Санкт-Петербурга на поступление общего фосфора в Финский залив со стоком р. Невы. В соответствии с таблицей 1, сток общего фосфора при протекании р. Невы через Санкт-Петербург увеличился на 835,6 тонн/год или на 26%. Вклад стока общего фосфора притоков реки Невы и ее рукавов в увеличение поступления общего фосфора в Финский залив составляет 23,6 %. Вклад сточных вод ГУП «Водоканал СПб» в увеличение поступления общего фосфора в Финский залив со стоком реки Невы и ее рукавов составляет всего около 1,5% (табл. 1).

По результатам исследования, в соответствии с данными ГУП «Водоканал СПб», поступление общего фосфора в Финский залив со стоком рек Санкт-Петербурга, где есть створы регулярных наблюдений, превышает максимально допустимое, в соответствии с Планом действий по Балтийскому морю. Превышение максимально допустимого объема поступления общего фосфора может приводить к эвтрофированию Балтийского моря. Санкт-Петербург оказывает негативное влияние на поступление общего фосфора в Финский залив, но это влияние не является определяющим.

ЛИТЕРАТУРА

1. HELCOM Baltic Sea Action Plan // HELCOM Ministerial Meeting. Krakow, Poland, 15 November 2007. 101 p.
2. *Нежиховский Р.А.* Река Нева и Невская губа. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 112 с.
3. *Серебрицкий И.А., Григорьев И.А.* Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге. – СПб: Сезам-принт, 2018. – 448 с.
4. *Фрумин Г.Т., Гильдеева И.М.* Эвтрофирование водоемов — глобальная экологическая проблема // Экологическая химия. - 2013. - №22(4). - С. 191–197.

Краткая информация об авторах

Третьяков Виктор Юрьевич, к. г**. н., доцент.**
Доцент кафедры «Геоэкологии и природопользования» СПбГУ
Специализация: моделирование водных экосистем
E-mail: v_yu_tretyakov@mail.ru

Клубов Степан Максимович, студент**.**
Студент 4-го курса Института наук о Земле СПбГУ.
E-mail: klubov_stepan@mail.ru

V. Yu. Tretyakov, S. M. Klubov*

FEATURES RECEIPT OF TOTAL PHOSPHORUS TO THE GULF OF FINLAND WITH RUNOFF OF RIVERS OF SAINT-PETERSBURG

Federal state budgetary educational institution of higher professional education
“Saint-Petersburg state University”
7-9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russia, 199034.
***E-mail: klubov_stepan@mail.ru**

There is estimated the total phosphorus inflow into the Gulf of Finland by run-off of rivers which run through St. Petersburg. There is evaluated contribution of the phosphorus inflow in the Baltic Sea eutrophication.

***Keywords**:* eutrophication; total phosphorus runoff assessment.

Information about the authors

Tretyakov V. Yu. (Geograf.)
Associate professor
Area of expertise: modeling of aquatic ecosystems.
E-mail: v_yu_tretyakov@mail.ru

Klubov S. M.
Student
E-mail: klubov_stepan@mail.ru

Сотрудничество в регионе Балтийского моря путем обмена инновационным опытом, направленное на снижение загрязнения водным транспортом / Baltic Sea cooperation to reduce environmental impact of shipping through innovative experience

УДК 629.12

С.В. Латухов[1], О.В. Соляков[1], В.Н. Окунев[1], С.В. Титов[2]

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АППАРАТОВ ГАЗООЧИСТКИ МОКРОГО ТИПА

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», Россия, 198035, Санкт-Петербург, Двинская 5/7, E-mail: solyakov1@yandex.ru

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта», Россия, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33

В статье рассмотрена проблема загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ с отработавшими газами судовых дизелей. Проведен сравнительный анализ аппаратов мокрой очистки газов: пенных аппаратов, насадочных и оросительных скрубберов, скрубберов Вентури.

Ключевые слова: отработавшие газы судовых дизелей; оксиды азота; защита окружающей среды; экология; морской транспорт.

Ужесточение с 2015 года требования к содержанию серы в судовом топливе до 0,1% по массе в зонах контроля выбросов *SECA* и запланированное ужесточение с 2020 года до 0,5% вне зон *SECA* не могло не повлиять на интерес судовладельцев и судостроителей к различным методам и технологиям газоочистки.

В качестве альтернативы применению малосернистого топлива рассматриваются очистка отработавших газов (ОГ) от оксидов серы SO_x на выпуске или замена судового топлива (перевод судовых двигателей на газомоторное топливо). При этом необходимо отметить, что перевод судовых двигателей на другой вид топлива представляется трудновыполнимой и капиталоемкой задачей для эксплуатируемых судов, и требует тщательной технической проработки в каждом конкретном случае.

Что касается очистки ОГ на выпуске из дизеля, то можно констатировать, что рынок флотских систем газоочистки продолжает формироваться, и представлен отдельными достаточно дорогостоящими предложениями компаний-разработчиков (*Wartsila, Alfa Laval* и др.).

В настоящее время существует достаточно большое количество типов аппаратов мокрой газоочистки, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы применительно к конкретной абсорбционной или аспирационной задаче. Наибольшее распространение в области аспирационных задач получил скруббер Вентури (более половины всех «мокрых» аппаратов), в химической промышленности чаще встречаются пенные аппараты и насадочные скрубберы, также в ряде производств сохраняются полые скрубберы. На морском флоте также наибольшее распространение получили полые и насадочные скрубберы.

Далее приводится сравнение наиболее распространенных типов аппаратов и описание особенностей их работы по конкретным эксплуатационным характеристикам.

Эффективность газоочистки

Под эффективностью газоочистки обычно понимаются два параметра — степень улавливания аэрозоля (твердых и жидких частиц) и степень абсорбции газообразных примесей. Для эффективного улавливания аэрозоля требуется большая поверхность контакта фаз и высокие скорости газа, позволяющие использовать инерционный механизм захвата частиц. Для эффективной абсорбции газов требуется кроме развитой поверхности контакта фаз еще и повышенное время контакта «газ – жидкость».

Скруббер Вентури эксплуатируется при скоростях в горловине трубы Вентури не ниже 50 м/с, в результате высоких скоростей газа происходит дробление жидкости на капли диаметром 50 – 300 мкм. Чем выше скорости газа, тем более мелкий распыл жидкости на выходе из трубы. Высокие скорости газа позволяют задействовать инерционный механизм осаждения частиц и получать высокие значения очистки на аспирационных задачах. В химической промышленности эти аппараты применяются редко по причине малого времени контакта (доли секунды).

Достоинства: эффективность улавливания аэрозоля размером 5 мкм может достигать 85–90 %.

Недостатки: малое время контакта фаз «газ – жидкость», для абсорбционных задач практически не используются. Также отмечаются сложности с получением равномерного распыла по сечению трубы Вентури, в процессе эксплуатации эффективность очистки существенно снижается из-за износа или забивания форсунок.

Полый скруббер представляет собой емкость, внутренний объем которой орошается жидкостью через форсунки. Как правило, газ движется снизу вверх. В этих условиях, чтобы предотвратить вынос жидкости, которая подается через форсунки в верхней части аппарата, среднерасходные скорости газа не превышают 1 – 3 м/с. По причине требуемых низких скоростей газа полые скрубберы имеют большие габариты, а из-за малой эффективности и необходимости установки нескольких ярусов форсунок высота скрубберов может достигать десятки метров.

Достоинства: простота конструкции и наименьшая стоимость.

Недостатки: эффективность часто зависит от выбранного режима работы и типа применяемых форсунок, при больших расходах газа отмечаются сложности с равномерностью

скоростей газа, часто происходит забивание форсунок, по этим причинам полые скрубберы обладают наименьшей эффективностью среди прочих аппаратов мокрой газоочистки, улавливание аэрозоля размером 5 мкм не превышает 50 %.

Насадочный скруббер был создан с целью устранить недостатки полого скруббера за счет использования в коробе слоя специальной насадки, которая смачивается жидкостью увеличивая поверхность контакта фаз и локальные скорости газа в межнасадочном пространстве. Насадка в изначальном виде представляла собой битый кирпич или деревянные бруски, в настоящее время используются специально выпускаемые насадки сложной геометрии.

Достоинства: Более высокая эффективность по сравнению с полыми скрубберами, степень улавливания частиц размером 5 мкм достигает 70 – 80 %.

Недостатки: относительно невысокая эффективность, склонность насадки к забиванию аэрозолем, неравномерное распределение жидкости по насадке.

Пенные аппараты обладают существенно более высокими показателями эффективности за счет отсутствия форсунок и автоматического выравнивания контактного слоя.

Достоинства: высокие степени улавливания как аэрозоля, так и газообразных примесей. Степень улавливания аэрозоля превышает показатели скрубберов Вентури при равном гидравлическом сопротивлении и составляет для 5 мкм 90 – 92 %.

Недостатки: области работы с высокой степенью очистки имеют относительно узкий диапазон по расходу газа.

Гидравлическое сопротивление

Гидравлическое сопротивление аппаратов мокрой очистки газов — это параметр, характеризующий энергозатраты, необходимые для работы скруббера. Теоретически произведение гидравлического сопротивления аппарата в паскалях (Па) на средний расход газов $м^3/с$ показывает требуемую мощность в ваттах (Вт) для перемещения газа без учета различных КПД приводов.

Скруббер Вентури часто называют скоростным промывателем, дробление жидкости в нем происходит за счет высоких скоростей газового потока. Гидравлическое сопротивление пропорционально скорости газа в квадрате, по этой причине скруббер Вентури обладает самым высоким гидравлическим сопротивлением из всех аппаратов мокрой газоочистки. Как правило, необходимая степень газоочистки достигается при перепаде давления в 4 000 – 5 000 Па.

Полые скрубберы обладают наименьшим (среди вышеперечисленных аппаратов) гидравлическим сопротивлением, которое не превышает 300 – 500 Па.

Насадочные скрубберы имеют большой разброс по гидравлическому сопротивлению в зависимости от типа насадки и высоты насадочного слоя. Как правило, высоту насадки подбирают так, чтобы перепад давления в аппарате находился в пределах 800 – 1 500 Па.

Пенные аппараты также имеют различные значения гидравлического перепада в зависимости от типа решетки и их количества. Как правило, перепад давления на одной решетке пенного аппарата находится в пределах 300 – 700 Па.

Габаритные размеры.

Габаритные размеры мокрых аппаратов характеризуются размерами зоны активной очистки и размером каплеуловителей. В общем виде габаритные размеры связаны со средне-

расходной скоростью газов в сечении аппарата. При больших габаритах аппарата происходит удорожание капитальных затрат не только за счет большой массы скруббера, но и за счет постройки специального основания или фундамента, лестниц обслуживания и т. д.

Скруббер Вентури состоит из двух устройств – непосредственно трубы Вентури и каплеуловителя. Труба Вентури обладает самыми малыми габаритными размерами среди всех аппаратов мокрой газоочистки, среднерасходные скорости газа находятся в диапазоне 50 – 150 м/с. В качестве каплеуловителя обычно используют циклонные аппараты инерционного улавливания капель. Таким образом, габаритные размеры скруббера Вентури характеризуются размерами каплеуловителя и находятся на одном уровне с насадочными скрубберами.

Насадочные и полые скрубберы обладают примерно одинаковыми габаритными размерами, однако масса насадочных скрубберов превышает массу полого скруббера за счет массы насадки и устройств ее фиксирования. Среднерасходные скорости в скрубберах находятся в диапазоне 1,5 – 3,5 м/с.

Пенные аппараты могут работать при среднерасходных скоростях до 4,5 – 5 м/с, что позволяет в среднем иметь меньшие габариты на 20 – 50 %. Это преимущество выгодно выделяет их на фоне остальных аппаратов и позволят производить установку в стесненных условиях судовых помещений.

Надежность и эксплуатационные затраты

Надежность работы аппаратов в тяжелых эксплуатационных условиях – это важный критерий для выбора типа аппарата. Недостаточная надежность может приводить к регулярным ремонтным работам и прекращению процессов газоочистки или даже производственного процесса (простою судна), что может принести существенные убытки.

Скрубберы Вентури получили большое распространение за счет высокой надежности работы и практически полного отсутствия аварийных остановок. Тем не менее, в процессе эксплуатации часто происходит износ или забивание форсунок, что нарушает равномерность поля орошения и сказывается на эффективности очистки. Так, при улавливании золы на угольных котельных часто бывает, что в начале эксплуатации скруббер Вентури показывает степень очистки газов на уровне 96 %, а через несколько месяцев эксплуатации показатель снижается до 80 – 85 %.

Полые скрубберы используют большое количество форсунок, выход из строя которых зависит как от типа форсунок, так и от качества орошаемой жидкости. При выходе из строя части форсунок эффективность полого скруббера значительно снижается, поэтому форсунки рассматриваются как расходный материал и требуют регулярной замены.

***Насадочные скрубберы*,** как и полые, чувствительны к качеству орошающей жидкости, требуют замены форсунок, а кроме того, насадка часто склонна к забиванию или зарастанию твердыми отложениями. Забивание насадки не только ухудшает эффективность газоочистки, но и приводит к значительному росту гидравлического сопротивления, что напрямую связано с энергозатратами. По этим причинам насадочные скрубберы имеют наименьшую надежность среди перечисленных мокрых аппаратов.

Пенные аппараты не имеют форсунок, которые являются главным слабым звеном мокрых аппаратов. Однако некоторые решетки пенных аппаратов, достаточно разнообразные по типу, подвержены зарастанию и забиванию твердыми отложениями, что существенно снижает

их надежность: увеличиваются гидравлическое сопротивление и энергозатраты. На сегодняшний день разработаны решетки, не подверженные износу, забиванию или зарастанию даже в самых тяжелых эксплуатационных условиях, по этой причине можно считать пенные аппараты наиболее надежными аппаратами мокрой газоочистки.

Перспективы

Что касается перспектив применения аппаратов очистки ОГ от токсичных компонентов, то можно отметить, что обвал цен на нефть и финансовая неопределенность последних пяти лет отрицательно повлияли на интерес морского сектора к судовым системам очистки газов, и в первую очередь на применение скрубберов. На сегодняшний день понятно одно – пока цены на бункер остаются на относительно низком уровне, судовладельцы отдают предпочтение малосернистому топливу, а не установке систем очистки газов.

Эксперты полагают, что после снижения содержания серы в топливе до 0,5% по всему миру в 2020 году вопрос применения систем газоочистки и снижения содержания оксидов серы в ОГ судовых двигателей все равное останется на повестке дня.

Таким образом, в заключение можно отметить, что в краткосрочной перспективе рынок скрубберов зависит от цены на малосернистое топливо, однако в долгосрочной перспективе морской сектор все равно проявит интерес к скрубберам как к альтернативному решению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г., изменения протоколом 1978 г. к ней (МАРПОЛ – 73/78). Книга III. – СПб.: АО «ЦНИИМФ», 2017. – 412 с.
2. *Латухов С.В., Окунев В.Н., Никитин В.А., Соляков О.В., Химич П.Г.* Проблемы экологической безопасности судоходства: монография. – СПб.: ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2015. – 160 с., прил. – 5.
3. *Соляков О.В., Окунев В.Н.* Перспективы применения скрубберов для очистки отработавших газов судовых дизелей от оксидов серы. Сборник материалов XVII Международного экологического форума «День Балтийского моря», Санкт-Петербург, 22-23 марта 2016 года. – СПб.: ООО «Свое издательство» 2016. – 305 с. (163-165 с.)
4. *Соляков О.В., Мищенко П.А., Титов С.В.* «Скруббер с пенным аппаратом для очистки отработавших газов судовых дизелей. физико-математическая модель расчета пенного аппарата». Вестник ФГБОУ ВО «СГУВТ» «Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока» №3-4 2017. Новосибирск: СГУВТ, 2017г., 165-171с.
5. *Титов С.В., Соляков О.В., Мищенко П.А.* «О применении скруббера пенного типа как средства снижения выбросов судовых дизелей» // Речной транспорт (XXI век) №4 (75) 2018. – № 4(84) – 59-61
6. *Соляков О.В., Окунев В.Н., Латухов С.В.* «Нормативно-правовое регулирование в решении проблемы загрязнения атмосферы выбросами оксидов азота». Сборник материалов XIX Международного экологического форума «День Балтийского моря», г. Санкт-Петербург, 22-23 марта 2018 года. – СПб.: ООО «Свое издательство» 2018 г., 167-170 с.

Краткая информация об авторах

Латухов Сергей Васильевич, д.г.н., профессор.
Заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности».
Специализация: Морское право, экологическая безопасность морехозяйсвенной деятельности, безопасность жизнедеятельности на море.

Соляков Олег Владимирович, к.т.н., доцент.
Ведущий научный сотрудник
Специализация: международное морское право, речное право, безопасность судоходства, экологическая безопасность на водном транспорте, автоматизация и управление технологическими процессами и производствами на водном транспорте, эксплуатация водного транспорта.

Окунев Василий Николаевич, к.т.н., доцент.
Доцент кафедры «Двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок».
Специализация: Техническая эксплуатация судовых энергетических установок, обеспечение экологической безопасности судовой энергетики.

Титов Сергей Владиленович, к.т.н., доцент.
Доцент кафедры «Судовые энергетические установки».
Специализация: Проектирование судовых энергетических установок, обеспечение экологической безопасности судовой энергетики.

S.V. Latukhov[1], O.V. Soliakov[1], V.N. Okunev[1], S.V. Titov[2]

COMPARATIVE ANALYSIS OF WET GAS CLEANING DEVICES

[1]The Federal State Financed Educational Institution of Higher Professional Education «Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping»
Russia, 198035, Saint-Petersburg, Dvinskaya Str. 5/7, E-mail: solyakov1@yandex.ru
[2]The Federal State Financed Educational Institution of Higher Professional Education «Siberian State University of Water Transport», Russia, Novosibirsk, Shchetinkina Str. 33

The article deals with the problem of atmospheric pollution by emissions of harmful substances with exhaust gases from marine diesel engines. A comparative analysis of devices for wet gas cleaning has been carried out: foam devices, nozzle and irrigation scrubbers, Venturi scrubbers.

Keywords: exhaust gases of marine diesel engines; sulfur oxides; environment protection; ecology; marine transport.

Brief information about the authors

Latukhov Sergey Vasilievich, doctor of geographical sciences, professor.
Head of the department “Safety Life “.
Area of expertise: Low of the sea, environmental safety of sea activities, safety of life at sea.
E-mail.: latuhovsv@gumrf.ru

Soliakov Oleg Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor,
Leading researcher.
Area of expertise: International Maritime law, River law, safety of navigation, environmental safety of water transport, automation and management of technological processes and production on water transport, operation of water transport.
E-mail.: solyakov1@yandex.ru.

Okunev Vasily Nikolaevich, candidate of technical sciences, associate professor.
Docent of department “Internal combustion engines and automation of marine power plants”.
Area of expertise: Technical maintenance of marine power plants, environmental safety engineering.
E-mail: okunew@mail.ru

Titov Sergey Vladilenovich, candidate of technical sciences, associate professor.
Docent of department “Marine power plants”.
Area of expertise: Engineering of marine power plants, environmental safety engineering.
E-mail.: scom@ngs.ru

УДК 656.614.35

Р.Ю. Романов, Н. А. Вальдман, К. Ю. Балыкова

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МАЛОТОННАЖНЫХ ТРАНСПОРТИРОВКАХ СПГ МОРСКИМ ТРАНСПОРТОМ

Федеральное государственное унитарное предприятие «Крыловский государственный научный центр»
Россия, 196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, дом 44
E-mail: 5_otd@ksrc.ru

В докладе рассмотрены перспективы малотоннажных транспортировок сжиженного природного газа (СПГ) морским/речным транспортом и условия обеспечения безопасности транспортных, грузовых и бункеровочных операций с СПГ.

Ключевые слова: малотоннажный СПГ; морская транспортировка; танкер СПГ; суда-контейнеровозы СПГ.

В европейском регионе за последние 10 лет существенно увеличился спрос на СПГ, что, в свою очередь, предоставляет России возможность увеличить экспортные перевозки, в том числе в Балтийском море, где природный газ рассматривается в качестве топлива для наземного транспорта, бункеровки судов и/или для целей автономной газификации, а также существуют строгие стандарты на выбросы с судов. По оценкам Международного газового союза [1] к 2030 году спрос на СПГ в странах ЕС может превысить 16 млн. т в год, а в случае ужесточения мер по выбросам с судов в Черном и Средиземном морях может приблизиться к 30 млн. т в год.

Одним из перспективных способов перевозки СПГ является транспортировка малотоннажного СПГ морскими и речными судами (танкерами СПГ, судами-контейнеровозами СПГ).

Нормативное обеспечение перевозок СПГ морским и речным транспортом включает:

- конвенции и кодексы ИМО (СОЛАС-74, МАРПОЛ-73/78, Кодекс МКГ, Кодекс МГТ, Кодекс МПОГ и т.д.), а также резолюции комитетов ИМО по перевозке СПГ наливом и использованию СПГ в качестве газомоторного топлива;
- международные стандарты ИСО по проектированию судов и применению СПГ в качестве газомоторного топлива;
- международные стандарты МЭК;
- руководства МАКО и международный кодекс МПОГ по перевозке, грузовым операциям и бункеровке судов.

К основным российским нормативным документам относятся:

- постановления и распоряжения Правительства РФ по проектированию, строительству и эксплуатации опасных производственных объектов с СПГ, морских и речных судов, плавсредств;
- государственные стандарты в области применения технологий СПГ (ГОСТ Р 55892-2013, ГОСТ Р ИСО 28460-2018);
- руководящие документы по проектированию береговой инфраструктуры портов, терминалов и установок СПГ (ВРД 39-1.10-064-2002);
- правила Российского морского (РС) и речного Регистров судоходства;
- корпоративные стандарты и рекомендации компаний топливно-энергетического комплекса России.

В настоящее время в мировой практике и в России отсутствуют единые требования (определения) малотоннажных транспортировок СПГ. Классификация может производиться с использованием различных параметров, таких как емкость хранилища на терминале СПГ, вместимость судов перевозчиков СПГ и др. (см. табл. 1).

Таблица 1 - Критерии малотоннажных транспортировок СПГ (Small scale LNG) [1], [5-7]

№ п/п	Критерии классификации	Международный газовый союз	Бельгия	Норвегия	Германия	Россия
1	Вместимость хранилища терминала СПГ (тыс. м^3)	0,5-30	20-50	-	10-50	до 0,5

2	Вместимость принимаемого танкера СПГ (тыс. м^3)	до 30	7,5-35	1,1-10	-	-
3	Объемы передачи СПГ на терминале (тыс. м^3/год)	125-2500	500-2500	-	-	-
4	Рабочее давление при передаче СПГ на терминале (МПа)	-	до 4	-	-	до 0,8
5	Вместимость принимаемого контейнеровоза СПГ (тыс. м^3)	-	-	7,5-20	-	-
6	Вместимость принимаемой ж/д цистерны (тыс. м^3)	-	-	0,15-0,25	-	-

Преимущества морской транспортировки малотоннажного СПГ выражаются в возможности обеспечения газом потребителей при отсутствии развитой газотранспортной инфраструктуры, возможности осуществления доставки СПГ малыми партиями, что позволяет повысить уровень безопасности транспортировок СПГ (меньший объем - меньшие последствия в случае возникновения аварии, разлива, пожара, взрыва и т.д.), а также обеспечить меньшую уязвимость перевозок от географических и геополитических факторов.

Реализация малотоннажных транспортировок СПГ, наряду с очевидными преимуществами, связана с временными и финансовыми затратами на строительство малотоннажных танкеров и контейнеровозов СПГ, дополнительной инфраструктуры приема и отгрузки малотоннажного СПГ, модернизацию существующих терминалов СПГ для обслуживания малотоннажных судов и организации грузооборота СПГ малыми партиями.

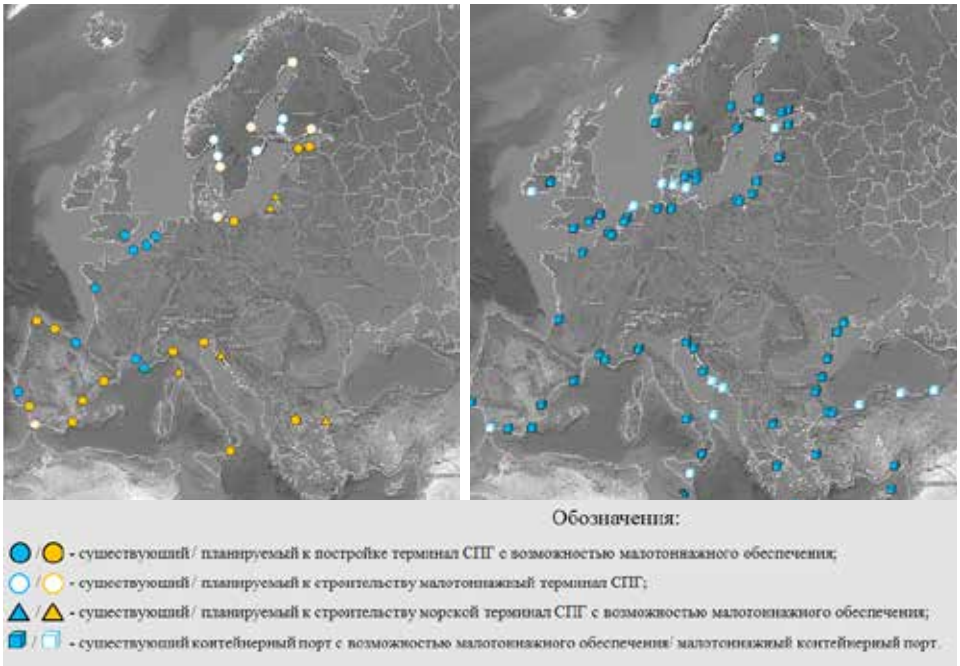


Рисунок 1. Инфраструктура приема и отгрузки малотоннажного СПГ в ЕС

В последние годы идет активное развитие инфраструктуры приема и отгрузки СПГ в ЕС, в частности в Балтийском море. На рисунке 1 показаны существующие и планируемые к постройке терминалы и контейнерные порты по приему СПГ в Балтийском море и ЕС.

Рассматривая потенциальные направления перевозок малотоннажного СПГ морским/ речным транспортом в районах Балтийского моря целесообразно ориентировать эти направления полностью или частично на маршруты, входящие в международные транспортные коридоры, так на рисунке 2 представлены потенциальные маршруты поставок малотоннажного СПГ морским / речным транспортом в Балтийском море и Сайменской системе озер.

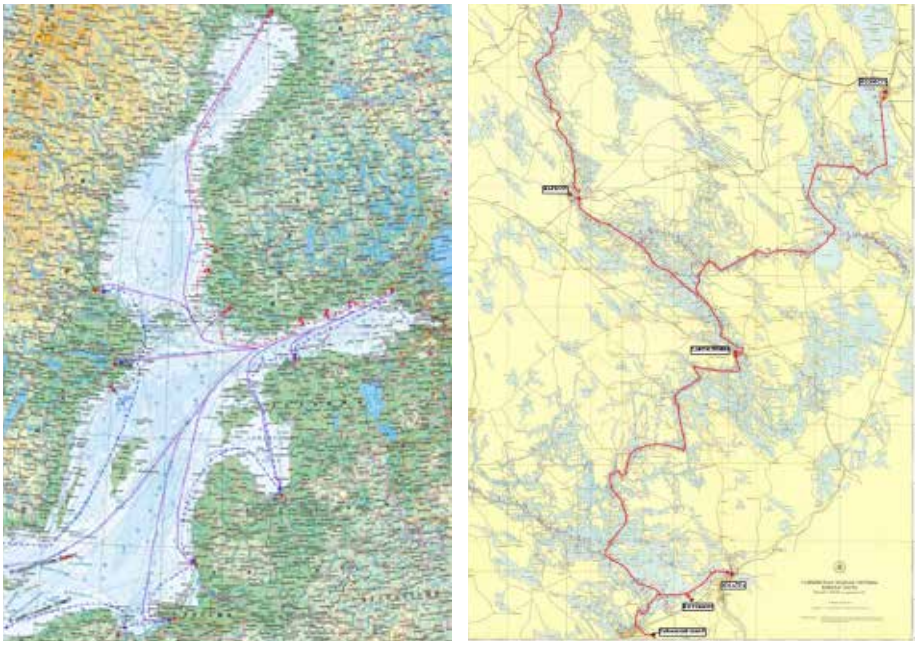


Рисунок 2. Потенциальные маршруты поставок малотоннажного СПГ морским/ речным транспортом в Балтийском море и Сайменской системе озер

Несмотря на статистику крупных аварийных ситуаций (АС) суда, перевозящие СПГ, должны иметь Свидетельство РС о соответствии конструкций и оборудования судна. В соответствии с требованиями МК МПОГ запрещено осуществлять укладку контейнер-цистерн СПГ в трюм на грузовых судах (вне зависимости от наличия/отсутствия вентиляции) и другими ограничениями по размещению и креплению на судах.

Отечественной промышленностью разработан широкий диапазон типо-размеров контейнер-цистерн СПГ, как малых, так и больших размеров способных удерживать СПГ до двух месяцев.

При разработке мер по обеспечению безопасности и организации барьеров безопасности разрабатывается комплекс мероприятий по предупреждению и минимизации последствий АС при бункервочных и грузовых операциях с СПГ, состоящий из организационных, инженерно-технических и специальных мероприятий:

- использование специального оборудования, предотвращающего возникновение АС с СПГ (система аварийного останова, разрывные муфты, дренажные поддоны, пожарное оборудование);
- маркировка оборудования знаками безопасности;

- разработка планов предупреждения и ликвидации АС с СПГ;
- проведение тренировочных и комплексных учений персонала;
- проведение испытаний и сертификации технологического оборудования.

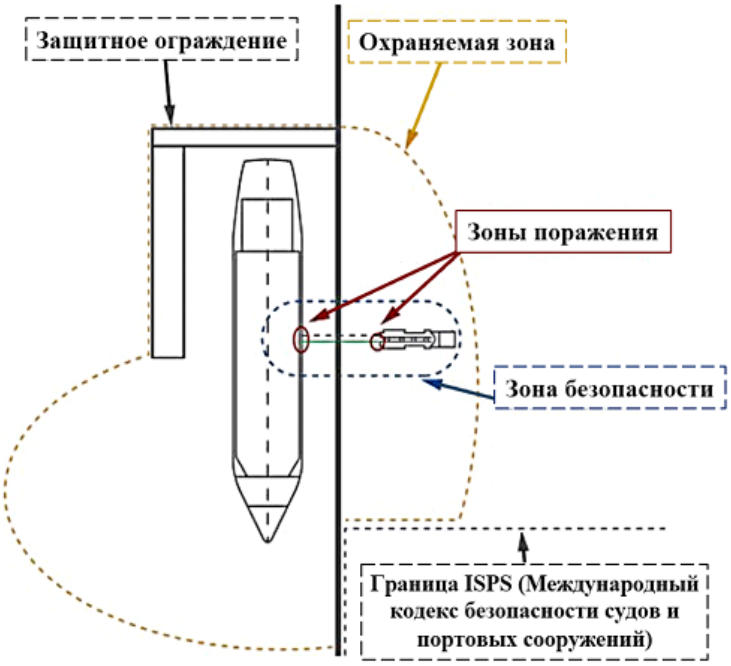


Рисунок 3. Зоны безопасности и зоны поражения при грузовых и бункеровочных операциях с СПГ

Зоны безопасности и зоны поражения при грузовых и бункеровочных операциях с СПГ определяются на основании процедуры оценки риска возникновения АС (см. рис. 3).

Анализ безопасности и оценка риска при морской транспортировке СПГ выполняется в соответствии с действующими методиками, рассматриваются все потенциальные сценарии развития АС.

Специалистами ФГУП «Крыловского ГНЦ» разработаны технические предложения по различным типам судов для малотоннажной транспортировки СПГ, в качестве которых рассматриваются морские/ речные танкеры СПГ (длина 140,0-155,0 м, общая вместимость 7,0 – 15,5 тыс. м^3/ длина~80,0 м, общая вместимость~2,3 тыс. м^3), морские/ речные контейнеровозы, морские/ речные суда-площадки, морские / речные баржи.

Малотоннажные транспортировки СПГ морским транспортом являются одной из альтернатив поставок СПГ наряду с использованием трубопроводных систем, а также крупнотоннажных судов. При влиянии определенных факторов (геополитических, законодательных, финансовых, природных) могут стать обоснованным и надежным их дополнением.

ЛИТЕРАТУРА

Статьи из журналов и сборников:

1. ГОСТ 55892-2013 Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Общие технические требования // М.: Росстандарт, 2014.

2. International Gas Union, Small Scale LNG: 2012 – 2015 Triennium Work Report / – 2014 – P. 1-84.
3. *Andrieu C.*, Small scale LNG import terminal: not as simple as a reduced one [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: www.gastechnology.org (26.02.2018 г.).
4. Program Committee D3. Small Scale LNG. 2012 – 2015 Triennium Work Report. Paris. France: International Gas Union, 2015.
5. *Grossmann G.-J.* The configuration of small scale LNG terminals today and for the future. Barcelona, Spain: Gas-Tech, 2017.

Краткая информация об авторах

Роман Юрьевич Романов
Начальник отдела проектирования объектов гражданской морской техники

Николай Александрович Вальдман, к.т.н., с.н.с**.**
Начальник сектора экологических исследований и оценок риска

Кристина Юльевна Балыкова
Инженер-эколог сектора экологических исследований и оценок риска

УДК 656.614.35

R.Yu. Romanov, N. A. Valdman, K. Yu. Balykova

SAFETY OF SMALL-SCALE LNG TRANSPORTATION BY SEA-GOING CARRIERS

Krylov State Research Centre
44 Moskovskoe shosse, St.Petersburg 196158, Russia
E-mail: 5_otd@ksrc.ru

The paper examines prospective development of small-scale LNG transportation by marine/inland vessels and safety issues of LNG shipment, handling and bunkering operations.

***Keywords**:* small-scale LNG; marine transportation; LNG tanker; LNG containerships.

In the recent decade the European market has witnessed a significant increase in the LNG demand, providing Russia with good opportunities to step up its export shipments to Europe, Baltic Sea included, where the natural gas is used as a fuel for road vehicles, as well as for ship bunkering and/or self-contained sources of gas supply, keeping in mind stringent ship pollution regulations.

According to the International Gas Union [1], by 2030 the EC demand for LNG supply may well exceed 16 million tons annually, while in case of more stringent restrictions of ship discharges in the Black Sea and Mediterranean it may come close to 30 million tons annually.

Small-scale LNG transportation by marine and inland carriers (LNG tankers, LNG containerships) is one of the promising options.

LNG shipments by marine and inland vessels are regulated by:

- IMO conventions and codes (SOLAS-74, MARPOL-73/78, IGC Code, ILC Code, (IMDG Code, etc.), as well as resolutions of IMO Committees on ships carrying liquefied gases in bulk and using LNG fuel;
- ISO standards on ship design and use of LNG fuel;
- MEC standards;
- IACS guidelines and IMDG Code provisions regarding transportation, cargo handling and bunkering of ships.

The main Russian normative documents are:

- Directives and orders of the Russian Federation Government on design, construction and operation of dangerous industrial object using LNG, marine and inland vessels, and floating craft;
- State standards regarding LNG technologies (GOST R 55892-2013, GOST R ISO 28460-2018);
- Directives on design of shore infrastructure of ports, terminals and LNG plants (VRD 39-1.10-064-2002);
- Rules of the Russian Maritime Register of Shipping (RS) and Russian River Register;
- Corporate standards and recommendations of the Russian fuel & energy companies.

At present there are no common requirements (or definitions) in Russia or across international community for small-scale LNG transportation. Classification can be done using a range of parameters like tankage capacity at LNG terminals, tonnage of LNG carriers, etc. (see Table 1).

Table 1 – Small-scale LNG transportation criteria [1], [5-7]

No.	Classification criteria	International Gas Union	Belgium	Norway	Germany	Russia
1	LNG terminal tankage capacity (‘000 m^3)	0.5-30	20-50	-	10-50	up to 0.5
2	Capacity of received LNG tanker (‘000 m^3)	up to 30	7.5-35	1.1-10	-	-
3	LNG volumes received at terminal (‘000 m^3/year)	125-2500	500-2500	-	-	-
4	Working pressure of LNG transfer at terminal (MPa)	-	up to 4	-	-	up to 0.8
5	Capacity of received LNG containership (‘000 m^3)	-	-	7.5-20	-	-
6	Capacity of received rail tank (‘000 m^3)	-	-	0.15-0.25	-	-

Small-scale LNG transportation by sea enables supply to consumers lacking well-developed gas transportation infrastructure, provides small-batch deliveries with a better safety level (less LNG

volumes mean less severe consequences in case of accident, spillage, fire, explosion, etc.), as well as lower sensitivity to unfavorable geographical and geopolitical factors.

Along with obvious merits, small-scale LNG transportation involves extra time and financial expenses associated with construction of small-capacity LNG tankers and containerships, additional infrastructure to receive and offload small LNG volumes, upgrading of existing terminals for handling low-tonnage vessels and small-batch cargo traffic.

In the recent years there has been a surge of activities in development of LNG receiving and offloading facilities in EC countries, in particular in the Baltic Sea. Fig. 1 indicates the existing and planned LNG terminals and container ports in the Baltic Sea and across EC.

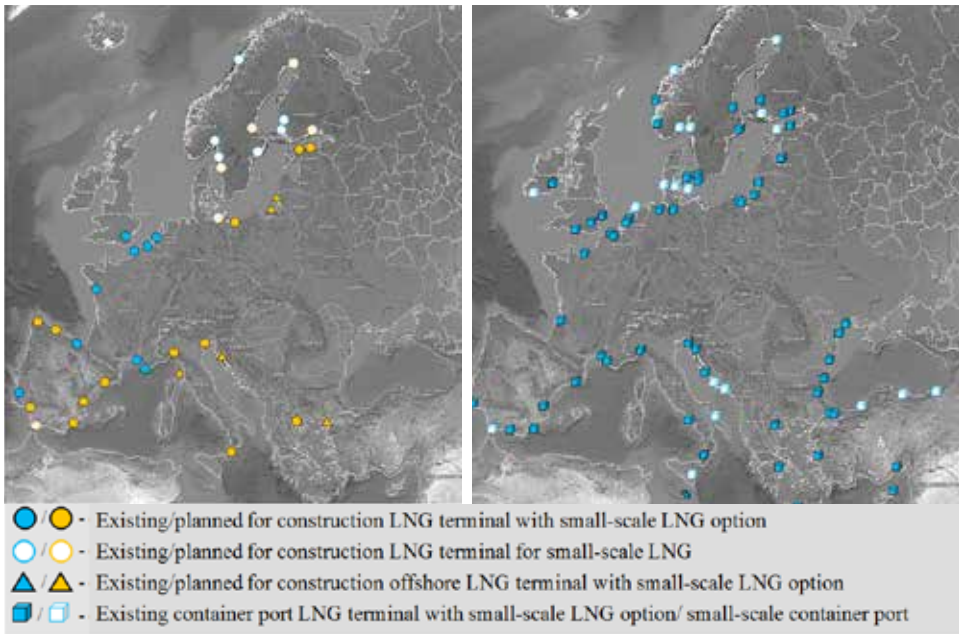


Fig. 1. Small-scale LNG receiving/offloading infrastructure in EC

Considering potential marine/inland shipping routes for small-scale LNG transportation in the Baltic Sea it would be reasonable to align these routes fully or partly with the international transportation corridors. Fig.2 shows potential routes for small-scale LNG shipping by marine/inland vessels via the Baltic Sea and Saimaa Lake system.

Irrespective of major accident statistics, LNG carriers are required to have the RS Certificate of compliance for ship design and shipboard equipment. IMDG does not allow to put tank containers in cargo holds (with or without ventilation), and impose some other stowage and sea-fastening restrictions.

The Russian industry has developed a broad range of LNG tank containers of both small and large size capable to keep LNG cargo as long as two months.

For ensuring adequate safety levels and barriers a package of measures has to be developed aimed at preventing or minimizing the consequences of potential accidents during LNG bunkering and handling operations. These measures involve administrative, engineering and special purpose arrangements:

- provision of special-purpose equipment to contain LNG-related accidents (shutdown system, quick-release couplings, drip trays, fire-fighting equipment);

Fig. 2. Potential small-scale LNG transportation routes by marine/inland vessels via the Baltic Sea and Saimaa Lake system

- marking of equipment with safety labels;
- contingency plans for prevention and elimination of LNG-related accidents;
- personnel training and drills;
- tests and certification of processing equipment.

Safe and dangerous zones for LNG handling and bunkering operations are defined based on the accident risk assessments (see Fig. 3).

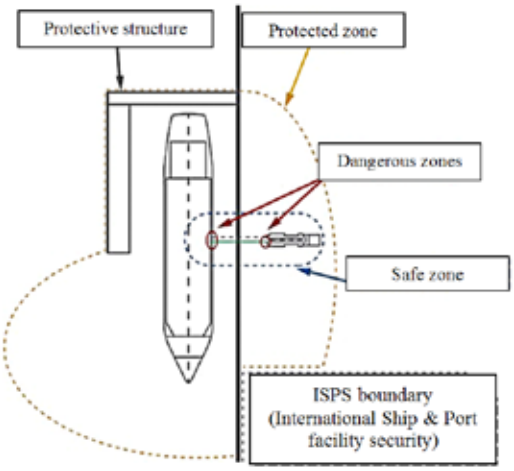


Fig. 3 - 3 Safe and dangerous zones during LNG handling and bunkering operations

Safe and dangerous zones for LNG handling and bunkering operations are defined based on the accident risk assessments (see Fig. 3).

Safety analysis and risk assessment for marine LNG transportation are performed according to applicable guideline documents covering all potential accident scenarios.

KSRC experts have drawn up technical proposals regarding various types of vessels for small-scale LNG shipments. The following options are

Fig. 3. Safe and dangerous zones during LNG handling and bunkering operations

Safety analysis and risk assessment for marine LNG transportation are performed according to applicable guideline documents covering all potential accident scenarios.

KSRC experts have drawn up technical proposals regarding various types of vessels for small-scale LNG shipments. The following options are considered: sea-going/inland LNG tankers (length 140.0-1550 m, total capacity 7.0 – 15.5 thousand m^3/ length ~80.0 m, total capacity ~2.3 thousand m^3, respectively), sea-going/inland containerships, marine/inland barges.

Small-scale LNG shipments by sea offer one more option for LNG transportation along with pipelines and large-size carriers. Under the influence of certain factors (geopolitical, legislative, financial, environmental) this kind of transportation may serve as a justified and reliable supplement to the available methods of transportation.

REFERENCES

Articles from journals and transactions:

1. GOST 55892-2013 Objects of low-tonnage liquefied natural gas production and consumption. General technical requirements // M.: Rosstandart, 2014. (In Russian)
2. International Gas Union, Small Scale LNG: 2012 – 2015 Triennium Work Report / – 2014 – P. 1-84.
3. *Andrieu C.*, Small scale LNG import terminal: not as simple as a reduced one [Electronic source]. – Access: URL: www.gastechnology.org (26.02.2018 г.).
4. Program Committee D3. Small Scale LNG. 2012 – 2015 Triennium Work Report. Paris. France: International Gas Union, 2015.
5. *Grossmann G.-J.* The configuration of small scale LNG terminals today and for the future. Barcelona, Spain: Gas-Tech, 2017.

Brief information about the authors

Roman Yu. Romanov
Head of Civil Marine Facilities Design Department

Nikolai A. Valdman, Cand. Sc., Senior Research Scientist
Head of Environmental Research & Risk Assessment Sector

Kristina Yu. Balykova
Environmental engineer,
Environmental Research & Risk Assessment Sector

УДК 629.12.001.2; 551.577.53:574.23:347.796

Н.Н. Григорьев, С.В. Латухов, В.И. Сигида

ПРОБЛЕМЫ «ГЛУБОКОЙ ЭКОЛОГИИ» В СОВРЕМЕННОМ СУДОХОДСТВЕ

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
Россия, 198035, Санкт-Петербург, Двинская ул., дом 5/7
E-mail: n.grigoriev-1948@mail.ru

Расследование каждой катастрофы неизменно заканчиваются предписаниями – усилить контроль. Контроль уже давно превратился в мощную индустрию, однако эффективности контролирующих организаций для снижения аварийности явно недостаточно. Здесь требуется кардинально новый подход. Этот новый подход Фритьоф Капр называет «глубокой экологией», когда каждый человек осознает свою ответственность не только за свои действия, но и за мысли.

Ключевые слова: глубокая экология; потенциальные экологические катастрофы.

Сократ говорил о «зле от нищеты» и о «зле от золота». В современном мире оба зла объединились в одно общее зло в отношении экологии. Как нищим, так и богатыми, проблемы экологи чужды.

На планете Земля есть два места, в которых особенно динамично проявляется деятельность человека – Арктика и Антарктида. С одной стороны, полярные регионы – это самая суровая среда для обитания, а с другой – самые уязвимые территории. Но поскольку арктическая зона населена и на ее территориях ведется добыча природных ресурсов, динамика изменений проявляется наиболее зримо и динамично.

Мнение председателя Комитета по опросам коренных малочисленных народов Севера и делам Арктики Государственного собрания (Ил Туман) Республики Саха Е. Голомаревой: «Сегодня, несмотря на рост показателей промышленного освоения Арктики, благосостояние местного населения не меняется, а состояние окружающей среды ухудшается. … Северяне по природе своей очень терпеливы, и сегодня они в буквальном смысле выживают: не протекционизма ни в обеспечении продовольствием, ни в установлении тарифов, ни в трудоустройстве» [1].

Жизнь и быт народов, которые не так уж далеко ушли по тропам цивилизации, свидетельствует о гармонии между человеком и Природой, когда у Природы брали только самое необходимое. Но и им бизнес навязывает современный стандарт потребления – главное больше, а, уже с какой целью, не имеет значения.

Для акватории Балтийского моря многие вопросы экологии уже носят необратимый характер. Некоторые процессы приостановить, но исправить все пагубные последствия вряд ли удастся, по крайне мере, в ближайшие годы.

Фритьоф Капра характеризует нынешнее состояние социальных и экологических систем как кризисное: «Биосфере и самой человеческой жизни наносится такой урон, динамика которого очень скоро может стать необратимой» [2].

По мнению Карла Сагана: « … итогами космических исследований можно считать то, что фотографии Земли, сделанные из космоса во время полетов к Луне, помогли разбудить наше дремлющее планетарное сознание» [3]. Но многие ли видели эти фотографии, и скольким эти фотографии сознание разбудили из тех, кто их видел? Судя по стремительному росту количества и качества промышленных и бытовых отходов, которые не утилизируются должным образом, уроки не извлекаются.

К числу потенциальных катастроф можно уверенно добавить и состояние водных ресурсов: истощение запасов пресной воды и загрязнение рек, озер, морей и океанов. Особую опасность представляют проблемы закрытых, или частично закрытых, водных акваторий, когда потребительское отношение привело к трагедии Аральского моря, озера Чад и носит реальную угрозу существованию Каспийского моря [4].

Угрозы Балтийскому морю носят отсроченный характер. Прежде всего, это свалки, когда бессистемно проводилась утилизация отравляющих веществ. Другой источник загрязнения – это сбросы отходов вредного производства, и смыв ядохимикатов с полей сельскохозяйственного назначения. Третей, потенциальной угрозой, следует считать перевозку углеводородов на судах большого водоизмещения.

Бессистемный подход при исследовании свалившихся на человечество проблем в результате развития цивилизации и процессов глобализации, приближает планетарную катастрофу.

Индийская пословица гласит: «Лучше обуть ботинки, чем очистить лес от колючек». Продолжать воспринимать вопросы экологии в современном мире с таких позиций - опасно.

Реалии требуют глубже влиять на образование, науку, философию, бизнес и, в конечном итоге, на повседневную жизнь.

Уместно начать работу с вопросом перехода от потребительских приоритетов к приоритетам необходимого и достаточного. А для этого, по мнению, норвежского ученого Арне Наэсса следует ввести новое понятие – «глубокая экология»: А «суть глубокой экологии состоит в том, чтобы задавать более глубокие вопросы». Содержание глубоких вопросов должно включать не сиюминутные барыши и выгоды, а, прежде всего, какими будут последствия от вмешательства в Природу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Попова Н.* Сохранить уклад жизни коренных народов // Российская Федерация сегодня. - 2018. - №12. – С. 66-67.
2. *Капра Ф.* Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем - М.: ИД «София», 2003. - 336 с.
3. *Саган К.* Голубая точка. Космическое будущее человечества – М.: Альпина нон-фикши, 2018. – 516 с.
4. *Гор А.* Неудобная правда. Глобальное потепление: Как остановить планетарную катастрофу – СПб.: Амфора, 2007. – 328 с.

Краткая информация об авторах

Григорьев Н.Н., к.т.н., доцент.
Профессор кафедры Технических средств судовождения ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова
E-mail: n.grigoriev-1948@mail.ru

Латухов С.В., д. г. н., профессор, заведующий кафедрой Безопасность жизнедеятельности, ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова

Сигида В.И., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой Технических средств судовождения имени профессора Е.Л. Смирнова.

N. N. Grigorev, S. V. Latuchov, V.I. Sigida

PROBLEMS «DEEP ECOLOGY» IN MODERN SHIPPING

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
Saint-Petersburg, Russia, 5/7 Dvinskaya str., St. Petersburg, 198035
E-mail: n.grigoriev-1948@mail.ru

Investigation of each of the disaster invariably end requirements – to strengthen the control and conduct of re-examination. Control has long been a powerful industry, but the effectiveness of regulatory organizations to reduce accidents is clearly not enough. A radically new approach is required here. This new approach Fritjof Capra calls «deep ecology», when each person is aware of his responsibility not only for his actions, but also for his thoughts.

Keywords: deep ecology, potential ecology disasters.

Brief information about the authors
Grigoriev N. N. Professor
E-mail: n.grigoriev-1948@mail.ru

Latuchov S.V. PhD. Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
E- mail: Latuhovsv@gumrf.ru

Sigida V. I. Professor. Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping
E- mail: SigidaVI@gumrf.ru

Н.В. Питиримов

ПРОЕКТНАЯ ПЛАТФОРМА ЧИСТОЕ СУДОХОДСТВО

международный консорциум «Санкт-Петербургский Кластер Чистых технологий для городской среды»
НП «Городское объединение домовладельцев» - специализированной организации Кластера
Индустриальный пр., дом 11, кор.2, пом. 5, 195426, Санкт-Петербург, Россия
E-mail. spbcleantech@mail.ru

Проект «Проектная платформа Чистое судоходство» Программы региона Балтийского моря ИНТЕРРЕГ РБМ 2014-2020. (CSHIPP) объединяет вместе несколько проектов и организаций, сосредоточенных на продвижении и развитии чистого судоходства в регионе Балтийского моря. В рамкам сотрудничества, CSHIPP стремится к увеличению влияния и соединению точек соприкосновения между различными проектами, которые смотрят на общую тему чистым транспортировки грузов под различными углами. Синтезируя результаты различных проектов, платформа можем обеспечить более комплексных подход к чистому судоходству. Кроме того, демонстрируя результаты сразу нескольких проектов, работающих с чистым транспортом, платформа предоставляет благодатную почву для новых идей, содействует появлению и расцвету синергии между идеями и проектами.

Проектная платформа Чистое судоходство; Программа региона Балтийского моря ИНТЕРРЕГ РБМ 2014-2020; международного консорциума «Санкт-Петербургский Кластер Чистых технологий для городской среды»

Проект «Clean Shipping Project Platform»

Проект «Проектная платформа Чистое судоходство».

Проект Программы региона Балтийского моря ИНТЕРРЕГ РБМ 2014-2020.

Проект CSHIPP в цифрах

Продолжительность: 01/10/2018-30/09/2020.

Общий бюджет: 1,082,581.75 €

Финансирование Европейского Фонда Регионального Развития: 902,781.75 €

Норвежское Финансирование: 78,300.00 €

Финансирование Европейский инструмент соседства: 50,750.00 €

Российское Финансирование: 50,750.00 €

Проектная платформа Чистое судоходство объединяет 7 проектов, 14 организаций-партнеров и 13 ассоциированных организаций-партнеров, ориентированных на повышение экологической чистоты судоходства в Балтийском море.

Платформа объединяет 12 организаций из стран 8 Балтийского региона.

Ведущий партнер: University of Turku, Finland / Университет Турку, Центр морских исследований (Финляндия)

Участник проекта

* Aalborg University / Ольборгский Университет (Дания)

* ATI Küste GmbH- Association for Technology and Innovation / Ассоциация технологий и инновации (Польша)
* Centrum Balticum Foundation / Фонд Центральной Балтики (Финляндия)
* Chalmers University of Technology / Технологический университет Чалмерса (Швеция)
* Finnish Meteorological Institute / Финский метеорологический институт (Финляндия)
* Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission (HELCOM) / Балтийская комиссия по защите морской среды - Хельсинкская комиссия (ХЕЛКОМ) (Финляндия)
*Helmholtz-Zentrum Geesthacht Centre for Materials and Coastal Research / Центр материалов и прибрежных исследований им. Гельмгольца - Гестхахт Центр (Германия)
*Maritime Development Center / Центр Морского Развития (Дания)
* Maritime University of Szczecin / Щецинская морская академия (Польша)
* Norwegian Meteorological Institute / Норвежский Метеорологический Институт (Норвегия)
* Swedish Environmental Research Institute / Шведский Институт Экологических Исследований (Швеция)
* Tallinn University of Technology / Таллиннский технологический университет (Эстония)
* The St. Petersburg House Property Owners / Городское объединение домовладельцев Санкт-Петербурга - специализированная организация международного консорциума «Санкт-Петербургский Кластер Чистых технологий для городской среды» (Россия)
* University of Turku, the Pan-European Institute / Университет Турку, общеевропейский институт (Эстония).

Ассоциированные партнеры проекта

* EUSBSR PA SHIP
* EUSBSR PA Transport
* Finnish Transport and Communications Agency
* Short Sea Promotion Centre Finland
* German Federal Maritime and Hydrographic Agency (BHS)
* Swedish Agency for Marine and Water Management
* Swedish Environmental Protection Agency
* Kotka Maritime Research Centre
* Finnish Port Association
* DFDS
* J.Lauritzen
* Swedish Transport Agency
* Danish Environmental Protection Agency

Проекты, объединенные на платформе CSHIPP

• BalticLines https://vasab.org/project/balticlines/
• BSR Electric https://www.bsr-electric.eu/
• GoLNG http://www.golng.eu/

• ECOPRODIGI http://ecoprodigi.eu/
• EnviSuM https://blogit.utu.fi/envisum/
• SHEBA https://www.sheba-project.eu/
• Smartup Accelerator https://www.smartupaccelerator.eu/hem/the-project/

Проектная платформа Чистое судоходство (CSHIPP) направлена на защиту окружающей среды и обеспечение устойчивости судоходства. Она направлена на повышение экологической результативности, но, в то же время, должна гарантировать и укреплять экономическую прибыльность судоходства в жестких условиях глобальной конкуренции. Деятельность платформы CSHIPP вращается вокруг двух основных тем:

- экологический эффект и эффективность судоходства в регионе Балтийского моря,
- бизнес-потенциал чистого судоходства в регионе Балтийского моря.

Научные взгляды и исследования, выполненные на платформе, синтезируются в проекты и доступны для целевых групп: научных организаций, бизнеса и политики.

Форматы обмена материалами между партнерами платформы варьируются, включая сводные доклады и аналитические записки и онлайн-коммуникацию. Во всей своей деятельности, особенно при проведении различных мероприятий, семинаров и совещаний, деятельность CSHIPP направлена на создание предпосылок для устойчивого и долгосрочного обмен знаниями между участниками платформы.

Проектная платформа Чистое судоходство (CSHIPP) объединяет вместе несколько проектов и организаций, сосредоточенных на продвижении и развитии чистого судоходства в регионе Балтийского моря. В рамкам сотрудничества, CSHIPP стремится к увеличению влияния и соединению точек соприкосновения между различными проектами, которые смотрят на общую тему чистым транспортировки грузов под различными углами. Синтезируя результаты различных проектов, платформа можем обеспечить более комплексных подход к чистому судоходству. Кроме того, демонстрируя результаты сразу нескольких проектов, работающих с чистым транспортом, платформа предоставляет благодатную почву для новых идей, содействует появлению и расцвету синергии между идеями и проектами.

Деятельность CSHIPP вращается вокруг двух ключевых тем: экологические последствия судоходства и бизнес-потенциал чистого судоходства. Обсуждая эти темы по отдельности и одновременно, CSHIPP подчеркивает, что экологически чистое судоходство выгодно для поддержки бизнесом вместо того, чтобы исключать друг друга.

Регион Балтийского моря является лидером. Однако разрыв между исследованиями, бизнесом и политикой препятствует дальнейшему и более быстрому развитию в этой области. Имея это в виду, CSHIPP стремится к конструктивному диалогу между этими тремя группами, действующими в области чистого судоходства: ПРЕДПРИЯТИЕ, ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ и ДИРЕКТИВНЫЕ ОРГАНЫ.

Ориентируясь на деятельность CSHIPP и результаты деятельности этих трех ключевых групп, все участники платформы вступают в широкий диалог друг с другом в рамках событий и мероприятий, организуемых CSHIPP, увеличивая общий потенциал взаимодействия.

Nikolai Pitirimov

CLEAN SHIPPING PROJECT PLATFORM (CSHIPP)

International consortium "Saint-Petersburg Cleantech Cluster for urban environment", Council of The St. Petersburg House Property Owners Association - the managing company of the Cluster
Industrialny avenue 11, building 2, of. 5 St. Petersburg, 195426, Russia
E-mail. spbcleantech@mail.ru

Clean Shipping Project Platform (CSHIPP) brings together several projects and organizations focused on promoting and developing clean shipping in the Baltic Sea region. By on centrating on collaboration, CSHIPP strives to increase the impact of and connect the dots between the various projects which look at the shared topic of clean shipping from different angles. By synthesising the projects' results we are able to provide a more comprehensive perspective into clean shipping. Furthermore, showcasing the results of several projects working with clean shipping provides a fertile ground for new ideas and synergies to emerge and flourish.

Clean Shipping Project Platform (CSHIPP); international consortium "Saint-Petersburg Cleantech Cluster for urban environment"

Clean Shipping Project Platform

The Interreg Baltic Sea Region Programme 2014-2020

CSHIPP in numbers

Duration: 01/10/2018-30/09/2020

Total Budget: 1,082,581.75 €

European Regional Development Fund: 902,781.75 €

Norwegian Funding: 78,300.00 €

European Neighbourhood Instrument: 50,750.00 €

Russian Funding: 50,750.00 €

Lead partner: University of Turku, Centre for Maritime Studies

14 Project partners

• Aalborg University
• ATI Küste GmbH – Association for Technology and Innovation
• Centrum Balticum Foundation
• Chalmers University of Technology
• Finnish Meteorological Institute HELCOM
• Helmholtz-Zentrum Geesthacht Centre for Materials and Coastal Research
• Maritime Development Center
• Maritime University of Szczecin
• Norwegian Meteorological Institute
• Swedish Environmental Research Institute
• Tallinn University of Technology

• The St. Petersburg House Property Owners Association
• University of Turku, the Pan-European Institute
Duration:

13 associated partner:

* EUSBSR PA SHIP
*EUSBSR PA Transport
*Finnish Transport and Communications Agency
*Short Sea Promotion Centre Finland
*German Federal Maritime and Hydrographic Agency (BHS)
*Swedish Agency for Marine and Water Management
*Swedish Environmental Protection Agency
*Kotka Maritime Research Centre
*Finnish Port Association
*DFDS
*J.Lauritzen
*Swedish Transport Agency
*Danish Environmental Protection Agency

7 Projects involved in CSHIPP

• BalticLines https://vasab.org/project/balticlines/
• BSR Electric https://www.bsr-electric.eu/
• GoLNG http://www.golng.eu/
• ECOPRODIGI http://ecoprodigi.eu/
• EnviSuM https://blogit.utu.fi/envisum/
• SHEBA https://www.sheba-project.eu/
• Smartup Accelerator https://www.smartupaccelerator.eu/hem/the-project/

Our objectives

Clean Shipping Project Platform (CSHIPP) brings together several projects and organizations focused on promoting and developing clean shipping in the Baltic Sea region. By on centrating on collaboration, CSHIPP strives to increase the impact of and connect the dots between the various projects which look at the shared topic of clean shipping from different angles. By synthesising the projects' results we are able to provide a more comprehensive perspective into clean shipping. Furthermore, showcasing the results of several projects working with clean shipping provides a fertile ground for new ideas and synergies to emerge and flourish.

7 projects

The activities of CSHIPP revolve around two key themes: the environmental effects of shipping and the business potential of clean shipping. By discussing these themes both separately and simultaneously, CSHIPP emphasizes that environmentally friendly shipping and profitable business support rather than exclude one another.

How do we do it?

The Baltic Sea region is a frontrunner in clean shipping. However, the gap between research, business and policy making hinders further and faster development in the field. With this in mind,

CSHIPP targets its activities and strives to increase dialogue between three groups of actors in the field of clean shipping: BUSINESSES, RESEARCH ORGANISATIONS, POLICY MAKERS. By carefully targeting CSHIPP activities and outputs to these three key groups and by bringing them into a dialogue with each other in events and workshops, CSHIPP increases the overall capacity of a wide.

УДК 574.2

В.В. Громова, В.А. Бодин, К.К. Громов

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКОМ ОЗЕРА ЧЕРЕМЕНЕЦКОЕ (ЛУЖСКИЙ РАЙОН): АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ, ПУТИ РЕШЕНИЯ

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования ДДТ Приморского района Санкт-Петербурга. Россия, 197373, Санкт-Петербург, пр. Авиаконструкторов 35-2, victoriagr@mail.ru

Аннотация. В работе описано исследование микропластика в озере Череменецкое (Лужский район)

Ключевые слова: микропластик; загрязнение водоемов; Череменецкий заказник.

В нашем исследовании, мы попытались, апробируя новую методику, выявить наличие и характер микроскопических частиц пластика в водоеме, казалось бы, благополучного участка Лужского района – особо охраняемой природной территории «Череменецкий заказник». Объект исследования - озеро Череменецкое, мониторируемое нами методом биоиндикации уже 6 год, с биотическим индексом Вудивисса - 7 баллов (3 класс качества воды – незначительное загрязнение водоема - по данным 2017 года). Микропластиком обычно называют частицы пластика размером менее пяти миллиметров. Его можно разделить на две основные группы – первичный и вторичный. Первичный микропластик возникает, в основном, при износе автомобильных шин и некоторых видов дорожного покрытия и краски. Исследования показывают, что около 70 % всего первичного микропластика смывается с дорог. Еще примерно 20% попадает в

канализацию при каждой стирке синтетических тканей, от которых отслаиваются сотни тысяч микроволокон. Небольшие частицы неизбежно теряются во время производства пластика. Кроме того, в косметику и в промышленные чистящие средства для лучшего эффекта часто добавляют мелкие пластиковые гранулы. Во время использования они смываются в канализацию вместе со сточными водами. Вторичный микропластик появляется из крупного пластикового мусора. С каждым годом количество микропластика в Мировом океане растет. Накапливая в своей молекулярной структуре токсичные вещества и взаимодействуя с живыми организмами, микропластик может стать причиной их отравления и гибели, а значит глобальной угрозой для экологического равновесия на планете. Исследование проводилось в июле 2018 года. Объект исследования: озеро Черменецкое. Площадь озера – 15,0 км². Длина береговой линии – 37 км. Максимальная глубина – 27,0 м, средняя – 8,0 м. Озеро проточное, в него впадают реки Быстрица, Кукса и 9 ручьёв, не имеющих официальных названий (площадь всего водосбора составляет 496 км²). Сток из озера осуществляется по реке Ропотка. На побережье озера располагаются 4 крупных фермерских хозяйства, 6 поселений, 12 пляжей, лесная зона, естественные луга. Изученная территория – вдоль береговой линии озера Черменецкое, на глубине 1,5 м, северо – западное побережье протяженность 120 м (ориентировались по розе ветров: в Луге преобладают западные и юго-западные ветры. Они дуют преимущественно в холодное время года. С мая по сентябрь направление ветров меняется на южное и юго-восточное), Стратегия изучения микропластика подробно описана в пособии «Наблюдение рек: пособие для проведения общественного экологического мониторинга, Экоцентрум, Коалиция Чистая Балтика», 2018 год. Установка для фильтрации воды собиралась из отреза нейлоновой сетки 20 см на 20 см с размером ячеи 100 микрон и двух пластиковых труб разного диаметра (10 см и 9,6 см) с муфтами. Сетка натягивалась на трубу меньшего диаметра и накрывалась трубой большего диаметра, так, чтобы на сетке не было складок и «провисов». Перед взятием проб одежда и тело протиралась хлопчатобумажной влажной салфеткой, фильтр промывался. Использовались перчатки, халаты, при обработке материала – маски. Фоновое загрязнение определяли пропусканием через контрольный фильтр перед взятием проб в каждой точке (№1 - №6) 1 литра дистиллированной воды. Фонового загрязнения микропластиком выявлено не было. Для сбора материала мы начерпывали воду на глубине 1-1,5 м, пластиковым ведром, при этом ведро полностью погружалось в воду, чтобы в пробу попадала вода из толщи, а не с поверхности. Также следили за тем, чтобы не задевать дно водоема и не взмучивать его. Затем воду пропускали через фильтр.

Методика сбора и изучения микропластика описана в пособии подробно, однако, используя данную методику, мы вносили некоторые дополнения, необходимые для большей эффективности исследования:

- изучение взятых проб целесообразно делать в течение первых 2 часов, чтобы избежать их подсыхания и деформации структур микропластика;

- для этого необходимо иметь мобильную лабораторию, в составе которой учтены все особенности изучения микрочастиц пластика (разработана нами);
- для рационального использования времени микроскопического изучения и изображения проб эффективными являются заранее заготовленные бланки — планшетки с линованной сетчатой основой — имитацией сетки фильтра (разработаны нами);
- для быстрого и качественного распознавания структур микропластика (например, отличия от органических частиц — детрита и пр; характер частиц в зависимости от специфики материала; уровень пористости структур) эффективно иметь в полевых и лабораторных условиях атлас — определитель частиц микропластика (разрабатывается нами в настоящее время). Было исследовано 6 проб, профильтровано по **400** литров воды в каждой точке сбора. Точки сбора - №1 - напротив фермерского хозяйства «Дзержинский», №2 - сельское поселение, № 3 – пляж, № 4 – участок леса , № 5 – участок леса, №6 – заливной луг. Длина исследуемой территории 120 м, между точками сбора проб примерно по 20 м.

На каждом экспериментальном участке, после фильтрации разбивалась мобильная лаборатория, и производилось микроскопическое экспресс изучение пробы (кратность оптики 640) с фиксацией количества, формы, цвета и особенностей найденных частиц в бланках.

№1	№2	№3	№4	№5	№6
396	515	204	178	198	116

В таблице приведены данные наличия количества частиц микропластика в каждой точке сбора.

В данной таблице указаны суммарные – со всех 6 точек сбора, характерные особенности обнаруженных частиц микропластика по цвету и форме.

При статистической обработке результатов рассчитывался коэффициент «частица на литр» для каждой пробы. Обращаю Ваше внимание, что по литературным данным допустимыми параметрами в рамках экологической стабильности водоема являются значения коэффициента от **0,1 – 0,2**.

Цвет/форма частиц	Синие	Красные	Прозрачные	Белые	Черные	Зеленые	Голубые
Круглые	84	-	69	112	-	165	115
Нитевидные	158	9	365	39	21	-	7
Угловатые	4	-	7	-	4	23	52
Спирали	-	1	-	16	-	-	4
Аморфные	60	138	9	-	7	-	132
Всего	306	148	**450**	167	32	188	**310**

В нашем исследовании мы сделали следующие выводы:

- исследование позволило выявить наличие микропластика в озере Череменецкое на исследуемой территории северо-западногопобережья с суммарным коэффициентом «частица/литр» - **0,67;**
- отмечено преобладание микропластика в воде у побережья фермерского хозяйства - 0,99 и сельского поселения - 1,28, возможно, связанное с усиленной антропогенной нагрузкой на акваторию озера;
- микроскопическое изучение выявленных частиц пластика показало, что в пробах преобладает прозрачный, длинноволокнистый (нитевидный) микропластик, и голубой круглой и аморфной структуры, по нашему мнению больше связанный с бытовыми и хозяйственными сферами деятельности жителей поселения;
- отмечена так же пористость преобладающих структур микропластика и их погруженность в органику;
- исследование позволило сформировать гипотезу о необходимости совмещения «физического» исследования микропластика и биоиндикации озера Череменецкое для наиболее прогностического характера производимых благодаря исследлованию выводов;
- необходимо внести некоторые коррективы в методику изучения микропластика (1) для увеличения результативности ее использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наблюдение рек: пособие для проведения общественного экологического мониторинга. — СПб.: Экоцентрум / Коалиция Чистая Балтика», 2018. — 32 с.
2. Ресурсы поверхностных России. Том 2. Часть 3. Гидрографические описания рек и озер./Под редакцией В. Е. Водогрецкого. — Л.: Гидрометеоиздат, 2013.
3. Электронный ресурс по микропластику http://ecocentrum.ru/news_noplastic
4. https://oceanservice.noaa.gov/Facts/Microplastics.Html
5. https://www.thoughtco.com/what-are-microplastics-1204133

UDC 574.2

V. V. Gromova, V. A. Bodin, K. K. Gromov

THE PROBLEM OF POLLUTION MICROPLASTICS LAKE CHEREMENETSKOE (LUGA DISTRICT): CONTENT ANALYSIS, IMPROVEMENT METHODS, SOLUTIONS

State budgetary institution of additional education of DDT of Primorsky district of St. Petersburg. Russia, 197373, Saint-Petersburg, PR. Aviakonstruktorov 35-2, victoriagr@mail.ru, 89214404330

Abstract. The paper describes the study of microplastics in lake Cheremenetskoye (Luga district)

Keywords: microplastic; pollution of reservoirs; Cheremenetsky reserve.

In our study, we tried, testing the new method, to reveal the presence and nature of microscopic plastic particles in the pond, it would seem, a safe section of the Luga region - a specially protected natural area "Cheremenetsky Reserve". The object of study is Lake Cheremenetskoe, which we have been monitoring by bioindication for 6 years already, with the Woodiwiss biotic index of 7 points (water quality class 3 - minor water pollution - according to 2017). Microplastic is usually called plastic particles smaller than five millimeters. It can be divided into two main groups - primary and secondary.

Primary microplastic occurs mainly when tires wear and some types of pavement and paint wear. Studies show that about 70% of the entire primary microplastic is washed off the roads. Approximately another 20% falls into the sewage system with every wash of synthetic fabrics, from which hundreds of thousands of microfibers exfoliate. Small particles are inevitably lost during the production of plastic. In addition, fine plastic granules are often added to cosmetics and industrial cleaners for better effect. During use, they are flushed down the drain with sewage.

Secondary microplastic appears from large plastic debris. Every year the number of microplastic in the oceans is growing. Accumulating toxic substances in their molecular structure and interacting with living organisms, microplastic can cause their poisoning and death, and therefore a global threat to the ecological balance on the planet. The study was conducted in July 2018. Object of study: Lake Cheremenetsky. The lake area is 15.0 km². The coastline is 37 km. The maximum depth is 27.0 m, the average depth is 8.0 m. The lake is flowing, the Bystritsa, Kuksa and 9 streams flow into it, having no official names (the total catchment area is 496 km²). Runoff from the lake is carried out on the river Ropotka. On the coast of the lake there are 4 large farms, 6 settlements, 12 beaches, a forest zone, natural meadows. The studied territory is along the shoreline of Lake Cheremenetskoe, at a depth of 1.5 m, the north - west coast is 120 m long (oriented along the wind rose: western and southwesterly winds prevail in Luga. They blow mainly during the cold season. From May to September, the wind direction changes to south and southeast). The strategy for studying microplastics is described in detail in the "River Observation: A Guide for Public Environmental Monitoring, Ecocentrum, Clean Baltic Coalition," 2018. The water filtration plant was assembled from a nylon mesh cut of 20 cm by 20 cm with a mesh size of 100 microns and two plastic pipes of different diameters (10 cm and 9.6 cm) with couplings. The mesh was tensioned onto a tube of a smaller diameter and covered with a tube of a larger diameter, so that there were no folds or "sags" on the mesh.

Before sampling, clothes and body were wiped with a wet cotton cloth, the filter was washed. Used gloves, robes, while processing the material - masks. Background contamination was determined by passing through a control filter before sampling at each point (No. 1 to No. 6) of 1 liter of distilled water. No microplastic contamination has been identified. To collect the material, we used water at a depth of 1–1.5 m, with a plastic bucket, and the bucket would be completely submerged in water, so that water from the thickness rather than from the surface would get into the sample. Also watched so as not to touch the bottom of the reservoir and not stir it up. Then the water was passed through the filter.

The technique of collecting and studying microplastics is described in the manual in detail, however, using this technique, we made some additions necessary for greater research efficiency:

- it is advisable to study the samples taken within the first 2 hours in order to avoid their

drying and deformation of the microplastic structures;

- for this, you must have a mobile laboratory, which includes all the features of the study of plastic microparticles (developed by us);
- for rational use of microscopic study time and sample imaging, pre-prepared forms are effective - tablets with a lined mesh basis - imitation of the filter mesh (developed by us);
- for quick and high-quality recognition of microplastic structures (for example, differences from organic particles - detritus, etc; character of particles depending on the specific material; level of porosity of structures) it is effective to have an atlas - a determinant of microplastic particles in field and laboratory conditions (we are currently developing). 6 samples were examined, 400 liters of water were filtered at each collection point. Collection points - №1 - opposite the farm "Dzerzhinsky", №2 - rural settlement, № 3 - beach, № 4 - forest section, № 5 - forest section, № 6 - flood meadow. The length of the study area is 120 m, between the sampling points of approximately 20 m.

At each experimental site, after filtration, the mobile laboratory was broken up, and a microscopic rapid study of the sample (optical multiplicity of 640) was carried out, fixing the number, shape, color, and features of the particles found in the blanks.

The table shows the presence of the number of microplastic particles at each collection point.

The table shows the total - from all 6 collection points, the characteristic features of the detected microplastic particles by color and shape.

For statistical processing of the results, the coefficient "particle per liter" was calculated for each sample. I draw your attention that according to the literature data, the permissible parameters within the framework of the ecological stability of the reservoir are the values of the coefficient from 0.1 - 0.2.

In our study, we made the following conclusions:

- the study revealed the presence of microplastic in the Cheremenetsky lake in the studied territory of the north-west coast with a total particle / liter ratio of 0.67;
- the prevalence of microplastic in the water off the coast of the farm is 0.99 and the rural settlement is 1.28, possibly due to the increased anthropogenic load on the lake's water area;
- microscopic examination of the revealed plastic particles showed that a transparent, long-fibrous (filiform) microplastic, and a blue round and amorphous structure prevail in the samples, in our opinion more associated with household and economic areas of the residents of the settlement;
- the porosity of the predominant microplastic structures and their immersion in organic matter were also noted;
- the study made it possible to form a hypothesis about the necessity of combining the "physical" research of microplastics and bioindication of Lake Cheremenetsky for the most prognostic nature of the findings made through research;
- it is necessary to make some adjustments to the method of studying microplastic (1) to increase the effectiveness of its use.

REFERENCES

1. Observation of rivers: a guide for public environmental monitoring. - SPb .: Ecocentrum / Clean Baltic Coalition, 2018. - 32 p.
2. Surface resources of Russia. Volume 2. Part 3. Hydrographic descriptions of rivers and lakes. / Edited by V. E. Vodogretsky. - L .: Hydrometeoizdat, 2013.
3. Electronic resource on microplastic http://ecocentrum.ru/news_noplastic
4. https://oceanservice.noaa.gov/Facts/Microplastics.Html
5. https://www.thoughtco.com/what-are-microplastics-1204133

УДК 502/504

Л. С. Венцюлис[1], Н. В. Воронов[2*], Н. Ю. Быстрова[3]

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ ЭСТОНИЯ

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук
Россия, 197110, Санкт-Петербург, Корпусная ул., дом 18

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный гидрометеорологический университет
Россия, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский проспект, дом 98
***E-mail: 7777777@mail.ru**

[3]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., дом 5

В статье рассмотрена эффективность системы обращения с твердыми коммунальными отходами в Эстонии за последние 30 лет. Показано, что за это время система обращения с отходами значительно усовершенствовалась. Удельные экологические ущербы за рассматриваемый период сократились на 53%. Выросло количество используемого вторичного сырья и масса сжигаемых отходов, а количество складируемых отходов на полигонах сократилось. Для дальнейшего совершенствования системы целесообразно улучшить систему сортировки отходов с целью увеличения отбора вторичного сырья.

Ключевые слова: экологическая эффективность; твердые коммунальные отходы; экологический ущерб; компостирование; мусороперерабатывающий завод; Эстония.

За последние годы в Эстонии, также как и во всех странах мира, активно развивается промышленность, фермерские хозяйства, растет потребление населением различных товаров. Все это приводит к значительному росту количества отходов, в том числе и твердых коммунальных отходов (ТКО), которые до недавнего времени размещались на полигонах. Рост количества ТКО в Эстонии за последние 30 лет, тыс.т.: 1985 г. – 300, 1995 г. – 350, 2005 г. – 375, 2015 г. – 446, 2020 г. – 550,5. Как видно, рост образования ТКО в Эстонии за это время увеличился на 83%.

В таблице 1 представлен морфологический состав ТКО Эстонии. Как можно видеть, наибольшими составляющими ТКО являются органические отходы, бумага, картон, пластик и горючие фракции.

Таблица 1. Состав ТКО в Эстонии (AS Vaania), %

№	Компонент	Таллинн	Пярну	Раплу	Среднее по 7 городам
1	Органические отходы	41,5	32,1	38,2	42,3
2	Бумага, картон	23,8	14,1	24,6	25,3
3	Стекло	2,4	5,6	1,6	2,7
4	Металл	5,4	6,7	11,8	3,9
5	Пластик	19,1	2,6	5,5	11,6
6	Древесина	2,1	8,2	1,3	3,3
7	Устойчивые отходы	1,0	8,6	10,6	6,7
8	Композитн. материалы	4,0	2,1	5,3	3,4
9	Текстиль	0,6	1,3	1,2	0,9
10	Опасные отходы	0,1	0	0	0,2
11	Среднее содержание горючих фракций	42	28	35	41

Реализация «национального плана управления отходами в Эстонии» (на основе директивы ЕС) позволила за 30 лет значительно повысить эффективность системы обращения с ТКО [1]. Особое внимание за это время уделялось отбору из ТКО вторичного сырья и его использованию.

В 2017 г. количество отобранного вторичного сырья составило 31% (рисунок 1).

Стратегическим планом по развитию системы обращения с ТКО к 2020 г. предусмотрено добиться 50% отбора вторичного сырья. Задача довольно сложная, т.к. существующие в Эстонии технологии не позволяют эффективно сортировать смешанные отходы, где присутствуют пищевые отходы, пластик, стекло, бумага, металл и др. Поэтому часть ТКО сжигают или вывозят на свалки. В настоящее время есть только два вида контейнеров раздельного сбора: для биоотходов и макулатуры.

Эстония одна из лидирующих стран ЕС по количеству смешанного бытового мусора на одного человека, что связано с частым нежеланием жителей заниматься сортировкой ТКО на месте их образования. Лишь одна треть населения сортирует мусор. С целью решения этого важного вопроса целесообразно ввести разные цены за вывоз сортированного и несортированного мусора. Однако, по оценкам Госконтроля существующая система для организованного приема отходов налажена и действует, но ей необходимо повысить свою эффективность.

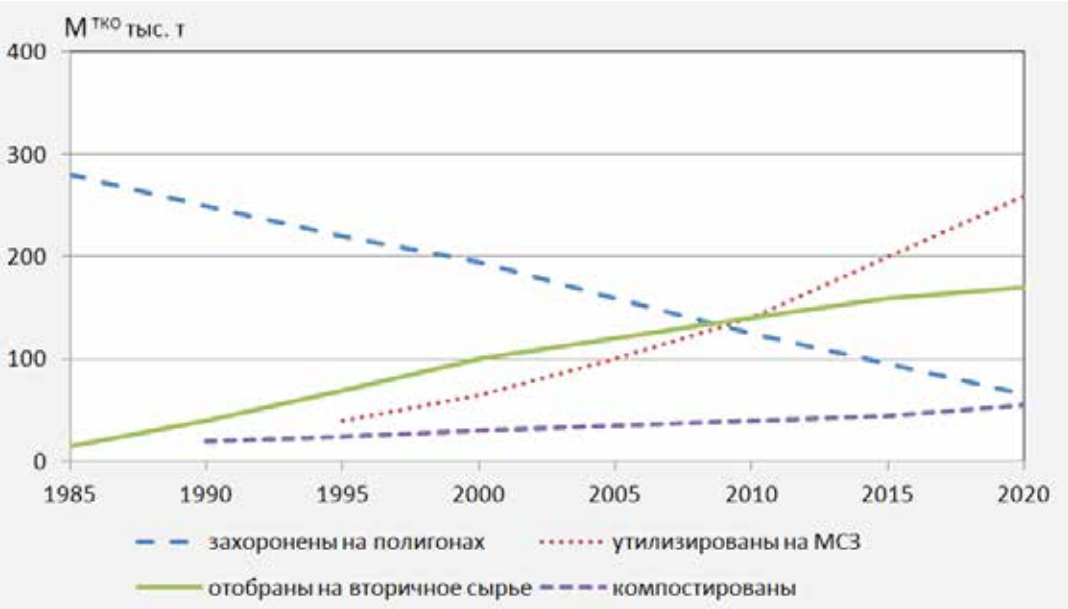


Рисунок 1. Изменение количества ТКО в Эстонии в 2017 г.: отобранных на вторичное сырье, утилизированных на МСЗ, захороненных на полигонах и компостированных

Эстония является страной, где сжигается до 50% мусора (рисунок 1), который сжигается на мусоросжигательном заводе в Таллинне, заводе-свалке Йыэляхтме и мусоросжигательным блоком Ируской электростанции. За последний год на этой станции было утилизировано 245 тыс. т. ТКО, другие два завода сожгли 160 тыс. т. Недостающие ТКО (в 2016 г. – 56 тыс. т.) импортируют из Финляндии и Ирландии. Часто заводы работают не на полную мощность и используют строительные отходы. Сжигание ТКО, особенно несортированных, приводит к образованию более 200 видов вредных выбросов, основными составляющими которых являются твердые частицы (пыль, сажа, зола), диокиды серы, оксиды азота, оксиды углерода, а также опасные токсиканты – диоксины и фураны.

В Эстонии отходы кухни, сада, листва, помет птиц, навозную жижу компостируют при 60-70°С и получают компост 40-50%, газ 40-50% и остальные материалы – 10% (рисунок 1). Количество ТКО, используемых для получения компоста, составляет в стране приблизительно 55 тыс. т. Широкое использование компоста затруднено – низкий спрос.

В 2017 г. в Эстонии при совершенствовании системы обращения с отходами за последние 30 лет были достигнуты следующие результаты (рисунок 1): - отбор вторичного сырья увеличился в 8,5 раз и составил 170,5 тыс. т. (31%); - утилизация на мусоросжигательных заводах (МСЗ) увеличилась в 6,45 раз и составила 258,5 тыс. т. (47%); - количество закомпостированных отходов увеличилось в 2,75 раза и составило 55 тыс. т. (10%); - количество захороненных ТКО сократилось в 4,2 раза и составило 66 тыс. т. (12%).

В соответствии с полученными результатами по количеству образованных в Эстонии ТКО и их реализации, были проведены расчеты экологических ущербов за 2017 г. [2, 3]. Экологические ущербы от размещения и загрязнения окружающей среды ТКО в Эстонии в 2017 г., млн. руб.: размещение – 1449, загрязнение ОС – 281,2, всего – 1730,2. При оценке ущербов от ТКО, размещенных на полигонах, учитывались все ТКО, накопленные на полигонах за 30 лет, а при оценке ущербов от сжигания ТКО учитывались ущербы только за последний год. Как видно, наибольшие ущербы возникают в результате размещения отходов. Из ущербов от загрязнений к наибольшим можно отнести ущербы от деградации почв и загрязнения воздуха.

С целью оценки совершенствования системы обращения с ТКО в Эстонии по удельному показателю были проведены расчеты экологических ущербов от ТКО, образованных и утилизированных в 1987 и 2017 г.г. Основные результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Экологичеб́ские ущербы от ТКО, образованных
и утилизированных в Эстонии за 1987-2017 г.г.

Годы	Полигоны, млн. руб.	Заводы, млн. руб.	Всего, млн. руб.
1987	76,89	-	76,89
2017	39,00	0,74	39,47

Эффективность совершенствования системы обращения с ТКО за 30 лет можно оценить с помощью удельного экологического ущерба:

$$У_{уд.} = \frac{У^{тко}}{n}$$

где: $У^{тко} = У^{тко}_{n-1} + У^{тко}_{сж}$ – экологический ущерб от захороненных ТКО на полигонах к 2017 г. и утилизированных на МСЗ за 2017 г;

$У^{тко}_{n-1}$ – экологический ущерб окружающей среде от ТКО захороненных на полигонах к 2017 г. (за 30 лет);

$У^{тко}_{сж}$ – экологический ущерб окружающей среде от ТКО, утилизированных на МСЗ за 2017 г;

n – количество населения Эстонии на 2017 г.

Удельные экологические ущербы от образованных и утилизированных ТКО в Эстонии в 1987 г. – 56,96 млн. руб., в 2017 г. – 26,6 млн. руб. Как видно, удельные экологические ущербы от ТКО за 30 лет при совершенствовании системы обращения с ТКО в Эстонии были сокращены на 53%. Все это свидетельствует о рациональной и эффективной политике, проводимой в Эстонии за последние годы по совершенствованию системы обращения с ТКО. Дальнейшее совершенствование системы обращения с ТКО, по-видимому, возможно за счет увеличения сбора вторичного сырья (до 45-50%) и сокращения количества вывоза на полигоны (до 5-7%).

Заключение

За последние 30 лет экологическая эффективность системы обращения с ТКО в Эстонии значительно повысилась Удельные экологические ущербы за рассматриваемый период сократились на 53%. Дальнейшее совершенствование системы обращения с ТКО в Эстонии возможно за счет повышения эффективности системы сортировки ТКО и использования вторичного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный план управления отходами Эстонии 2014-2020 гг.

2. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Утверждена Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды 30.11.1999 г.
3. *Венцюлис, Л.С., Чусов, А.И.* Твердые коммунальные отходы – один из основных экологических проблем России. – СПб: Изд-во СПбПУ Петра Великого, 2017. – 208 с.

Краткая информация об авторах

Венцюлис Леонард Станиславович, д.т.н., профессор
Главный научный сотрудник
Специализация: экологическая безопасность, обращение с отходами, водные ресурсы
E-mail: kaf_seu@gumrf.ru

Воронов Николай Вячеславович, к.т.н., доцент
Доцент кафедры экологии и биоресурсов
Специализация: экология, водные ресурсы, овощеводство, природные и техногенные катастрофы, обращение с отходами
E-mail: 7777777@mail.ru

Быстрова Наталия Юрьевна
Научный сотрудник
Специализация: экологическая безопасность, обращение с отходами, водные ресурсы
E-mail: ecol@spbrc.nw.ru

UDC 502/504

L. S. Ventsyulis[1], N. V. Voronov[2]*, N. Yu. Bystrova[3]

ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE REPUBLIC OF ESTONIA

[1]Saint-Petersburg research center for ecological safety of the Russian academy of sciences
18, Korpusnaya st., Saint Petersburg, Russia, 197110

[2]Russian state hydrometeorological university
98, Malookhtinsky prospect, Saint Petersburg, Russia, 195196
***E-mail: 7777777@mail.ru**

[3]Saint-Petersburg scientific center of the Russian academy of sciences
5, Universitetskaya nab., Saint Petersburg, Russia, 199034

This article addresses the efficiency of the municipal solid waste management system in Estonia over the past 30 years. It shows that during this time the waste management system has been significantly improved. Specific environmental damage figures have decreased by 53% during the

period under review. The amount of recyclable materials used and the weight of burnable waste have increased, while the amount of waste being placed in landfills has declined. To further improve the system, it is advisable to upgrade the waste sorting system to increase the extraction of recyclable materials.

Keywords: ecological effectiveness; municipal solid waste; environmental damage; composting; waste recycling plant; Estonia.

In recent years, in Estonia, like in any other country of the world, industrial and farming enterprises have been actively developing, and the consumption of various goods by the population has grown. All this results in a significant increase in the amount of waste, including municipal solid waste (MSW) which until recently was placed in landfills. Growing amount of MSW in Estonia over the past 30 years, thousand tons: 1985 y. – 300, 1995 y. – 350, 2005 y. – 375, 2015 y. – 446, 2020 y. – 550,5. As can be seen, MSW accumulation rate in Estonia during this time has increased by 83%.

Table 1 shows the morphological composition of MSW in Estonia. As we can see, the largest components of the MSW are organic waste, paper, cardboard, plastic and combustible fractions.

Table 1. Composition of MSW in Estonia (AS Vaania), %

Item No.	Component	Tallinn	Pärnu	Rapla	Average for 7 cities
1	Organic waste	41.5	32.1	38.2	42.3
2	Paper, cardboard	23.8	14.1	24.6	25.3
3	Glass	2.4	5.6	1.6	2.7
4	Metal	5.4	6.7	11.8	3.9
5	Plastics	19.1	2.6	5.5	11.6
6	Wood	2.1	8.2	1.3	3.3
7	Stable waste	1.0	8.6	10.6	6.7
8	Composite materials	4.0	2.1	5.3	3.4
9	Textiles	0.6	1.3	1.2	0.9
10	Hazardous waste	0.1	0	0	0.2
11	Average content of combustible fractions	42	28	35	41

The implementation of the National Waste Management Plan in Estonia (based on the EU Directive) has significantly improved the efficiency of the MSW management system over the past 30 years [1]. During this time, special attention was paid to the extraction of recyclables from MSW and their use.

In 2017, the amount of extracted recyclables was 31% (Figure 1).

The strategic plan for the development of the MSW management system by 2020 is to achieve 50% of the extraction of recyclables. The task is quite difficult, because the existing technologies in

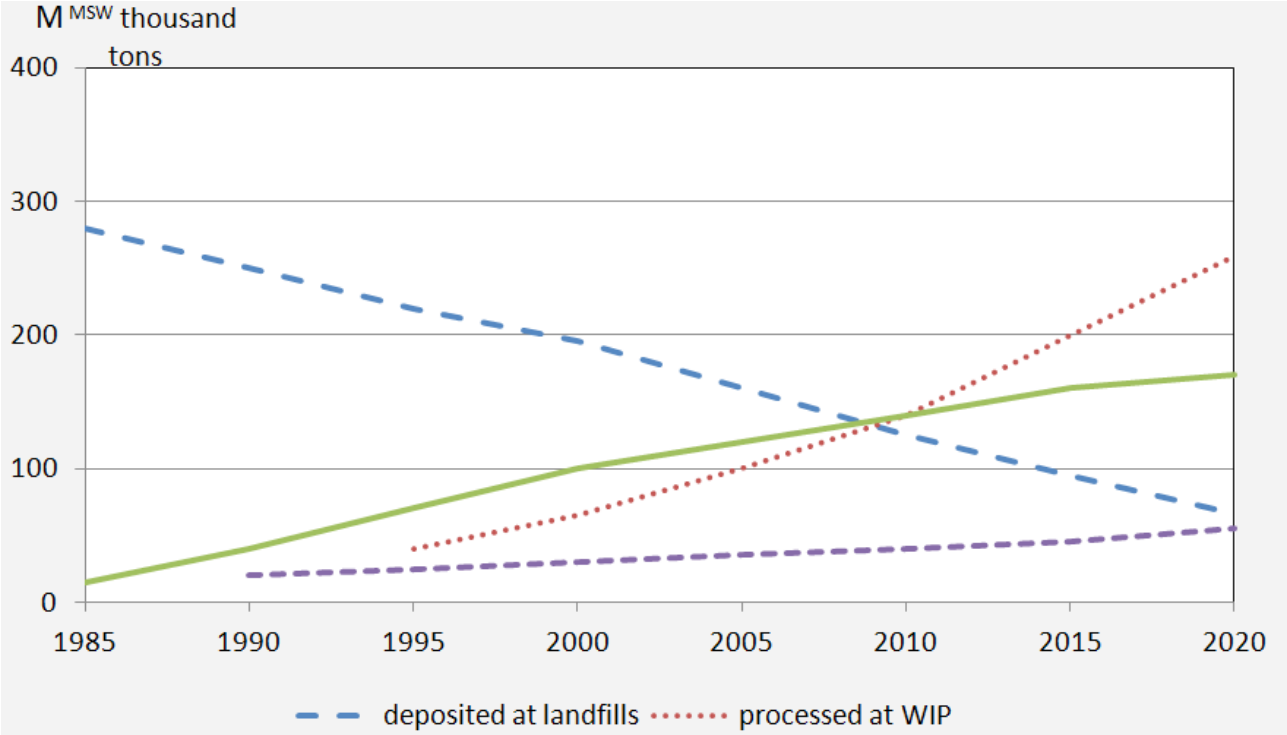


Fig. 1. Change in the amount of MSW in Estonia in 2017: extracted recyclables, processed at WIP, deposited at landfills, composted

Estonia do not allow effective sorting of the mixed waste containing food waste, plastics, glass, paper, metal, etc. Therefore, part of MSW is burned or taken to landfills. Currently there are only two kinds of separate collection containers: for bio-waste and waste paper.

Estonia is one of the leading EU countries in terms of amount of mixed household waste per person, which is due to the frequent reluctance of residents to sort MSW on the spot. Only one third of the population sorts waste. In order to address this important issue, it is advisable to introduce different charge for removal of sorted and unsorted waste. However, according to the state supervision bodies, the existing system for the organized reception of waste has been established and is operating, but it needs to be more effective.

Estonia is a country where up to 50% of waste is burned (Figure 1) and it is burned at the incineration plant in Tallinn, the Jõelähtme landfill plant and the waste incineration unit of the Iru Power Plant. Over the past year, 245 thousand tons of MSW have been processed at this plant, the other two plants burned 160 thousand tons of MSW. The missing MSW (in 2016 – 56 thousand tons) is imported from Finland and Ireland. Often plants operate at reduced capacity and use construction waste. Combustion of MSW, especially unsorted MSW, results in the formation of more than 200 types of harmful emissions, the main components of which are solid particles (dust, soot, ash), sulfur dioxide, nitrogen oxides, carbon oxides and such dangerous toxicants as dioxins and furans.

In Estonia, kitchen and garden waste, foliage, poultry manure, manure slurry is composted at 60-70°C to produce 40-50% of compost, 40-50% of gas and 10% of other materials (Figure 1). The amount of MSW used for compost production in the country is approximately 55 thousand tons. Widespread use of compost is difficult due to lack of demand.

In 2017, the following results were achieved in Estonia in improving the waste management system over the past 30 years (Figure 1): - the extraction of recyclables increased by 8.5 times and

amounted to 170.5 thousand tons (31%); - the processing at the incinerating plants (WIP) increased by 6.45 times and amounted to 258.5 thousand tons (47%); - the amount of composted waste increased by 2.75 times and amounted to 55 thousand tons (10%); - the amount of landfilled MSW decreased by 4.2 times and amounted to 66 thousand tons (12%).

In accordance with the results of MSW generated in Estonia and their implementation, environmental damage calculations were carried out for 2017 [2, 3]. Environmental damages from MSW deposited in landfills and environmental pollution (MSW) in Estonia in 2017, million rubles: deposited in landfills – 1449, environmental pollution – 281,2, total – 1730,2. In assessing damages from MSW deposited in landfills, all the waste accumulated in landfills within 30 years was taken into account, while in assessing damages from combustion of MSW, the losses over the last year alone were taken into account. As can be seen, the greatest damage occurs as a result of waste landfilling. Of the pollution damage, soil degradation and air pollution damage can be seen as the highest.

In order to assess the improvement of the MSW management system in Estonia according to the relative indicator, the calculations of environmental damage from MSW generated and deposited in 1987 and 2017 were carried out. The main findings of the calculations are presented in Table 2.

Table 2. Environmental damage from MSW generated and deposited in Estonia for 1987-2017

Years	Landfills, million rubles	Plants, million rubles	Total, million rubles
1987	76.89	-	76.89
2017	39.00	0.74	39.47

The effectiveness of improving the MSW management system over the 30-year period can be assessed by specific environmental damage:

$$D_{sp.} = \frac{D^{MSW}}{n}$$

where: $D^{MSW} = D_{n-1}^{MSW} + D_{pr}^{MSW}$ – environmental damage from MSW deposited at landfills by 2017 and processed at WIP in 2017;

D_{n-1}^{MSW} – environmental damage from MSW deposited at landfills by 2017 (for the period of 30 years);

D_{pr}^{MSW} – environmental damage from MSW processed at WIP in 2017;

n is the number of population in Estonia in 2017

The specific environmental damages caused by MSW in Estonia in 1987 – 56,96 million rubles, in 2017 – 26,6 million rubles. As can be seen, the specific environmental damage caused by MSW has been reduced by 53% over the 30-year period with improvement of the MSW management system in Estonia. All this provides evidence ofrational and effective policy pursued in Estonia in recent years to improve the MSW management system. Further improvement of the MSW management system seems to be possible by increasing the extraction of recyclables (up to 45-50%) and reducing the number of depositing at landfills (up to 5-7%).

Conclusion

Over the past 30 years, the environmental efficiency of the MSW management system in Estonia has significantly increased. Specific environmental damage during the period under review decreased by 53%. Further improvement of the MSW management system in Estonia is possible by improving the efficiency of the MSW sorting system and the use of recyclables.

REFERENCES

1. National Waste Management Plan 2014-2020 of Estonia.
2. The technique for determining the prevented environmental damage. State Environmental Protection Committee of the Russian Federation. 30.11.1999.
3. *Ventsulis, L.S., Chusov, A.I.* Municipal solid waste is one of the main environmental problems of Russia. – Saint Petersburg: St. Petersburg polytechnic university, 2017. – 208 pages.

Brief information about authors

Ventsyulis L.S. PhD (Engineering), professor
Chief researcher
Area of expertise: ecological safety, waste management, water resources
E-mail: kaf_seu@gumrf.ru

Voronov N.V. PhD (Engineering), docent
Docent of the Department of ecology and bioresources
Area of expertise: ecology, water resources, olericulture, natural and industrial disasters, waste management
E-mail: 7777777@mail.ru

Bystrova N.Yu.
Researcher
Area of expertise: ecological safety, waste management, water resources
E-mail: ecol@spbrc.nw.ru

УДК 504.064; 504.054

Е. Е. Есюкова, Б. В. Чубаренко

ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЙ МУСОР - НОВЫЙ ЗАГРЯЗНИТЕЛЬ, ПОЯВИВШИЙСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЙСТВИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЕ ПОБЕРЕЖЬЯ

Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36
***E-mail: elena_esiukova@mail.ru**

В работе дается обзор результатов исследования степени загрязнения пляжей Юго-Восточной Балтики (Калининградская область) фрагментами геосинтетических материалов.

Ключевые слова: Балтийское море; загрязнение; пляж; морская среда; геосинтетические материалы; геотекстиль; методика сплошного визуального сканирования.

Геосинтетические материалы, в частности геотекстили, широко используется в берегозащитных и гидротехнических сооружениях на берегу Балтийского моря в пределах Калининградской области. Деформация и разрушение этих конструкций приводит к попаданию остатков геосинтетических материалов в морскую среду. При миграции вдоль берега фрагменты геосинтетики испытывают дополнительную деградацию, что приводит к их разрушению вплоть до макро/мезо/микрочастиц. В пробах, взятых в Балтийском море в акватории экономической зоны РФ в пределах Калининградской области, были обнаружены волокна, схожие с теми, что получаются при деградации геотекстильных материалов типа Дорнит [1].

Внимание к этой проблеме удалось привлечь благодаря международному проекту программы ERA.Net RUS Plus «Environmental impact of geosynthetics in aquatic systems» (No RUS_ST2017-212), проект EI-GEO (http://ei-geo.com/). Он исполняется тремя институтами: Институтом океанологии РАН им. П.П.Ширшова, Россия (ИО РАН), Федеральным институтом исследования и тестирования материалов, Германия (BAM) и Латвийским институтом водной экологии, Латвия (LIAE). Участие российского партнера – Атлантического отделения ИО РАН (АО ИО РАН), расположенного в Калининграде, поддерживается за счет проекта РФФИ № 18-55-76002 «Воздействие геосинтетических материалов на водные системы».

В той части проекта EI-GEO, за которую отвечает АО ИО РАН, будут проводиться работы: (i) по исследованию уровня деградации геосинтетических материалов на берегозащитных и инженерных сооружениях в прибрежной зоне, (ii) по оценке вдольберегового распределения деформированных и мигрирующих фрагментов геосинтетических материалов, (iii) по исследованию степени загрязнения пляжей и морской среды геосинтетическим мусором, (iv) по разработке методик мониторинга пляжей, (v) численному моделированию вдольберегового распределения геосинтетических материалов из локальных источников загрязнения. Демонстрационной (пилотной) территорией является северное побережье Самбийского полуострова (территории Калининградской области в Юго-Восточной Балтике).

В 2018 г. проведено обследование загрязнения песчаных пляжей остатками геосинтетики (геотекстиля). Протестирована методика сплошного визуального сканирования [2] для отбора и учёта остатков геосинтетических материалов при обследовании пляжевой полосы. Ока-

залось, что фрагментарное распределение геосинтетических остатков на пляже не позволяет применить известные методики оценки загрязненности макромусором или микропластиком (типа OSPAR, JRC, UNEP/IOC и др. [3-8]). Т.е. требуется проход наблюдателей по всей длине пляжевой зоны. А в этом случае только визуальное обследование позволяет сделать задачу хоть сколько-нибудь решаемой для такой большой пилотной территории как береговая линия Калининградской области (140 км).

Проведено обследование по оценке состояния загрязненности береговой полосы Калининградской области остатками геосинтетических материалов [9, 10], выполнено 29 экспедиционных выходов (в период с июня по ноябрь 2018 года). Обследовано все побережье Калининградской области (Балтийская и Куршская косы, западное и северное побережья Самбийского полуострова) – 135 км побережья. Предложена методика «Сплошного визуального сканирования», подготовлен методический материал. Суммарное время поведения работ в 2018 г. составило до 120 человеко-дней. Собраны образцы геосинтетики для дальнейшего анализа в количестве около 2 тыс. шт.

Установлено, что локальными источниками загрязнения пляжей геосинтетическими материалами являются берегозащитные сооружения. В настоящий момент пример Калининградской области показал, что берегозащитные сооружения, построенные с использованием современных материалов, могут становиться источниками нового типа поллютанта – остатков (обломков) геотекстильных материалов, которые в свою очередь являются источником опасных для окружающей среды микрочастиц (известных, как микропластик). Разрушение защитных конструкций при сохранении берега «заложено» в их предназначении, но при таком функционировании (запланированное частичное разрушение) они реально становятся источниками загрязнения морской среды. Получается, что решая одну проблему – инженерную защиту побережья, создается другая проблема – загрязнение окружающей среды синтетическими остатками.

Публикация подготовлена в рамках темы № 0149-2019-0013 государственного задания АО ИО РАН при существенной поддержке, особенно в части проведения полевых работ в 2018 г., со стороны РФФИ (проект № 18-55-76002 ЭРА_а).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Zobkov, M.B., Esiukova, E.E., Zyubin, A.Y., Samusev, I.G.* Microplastic content variation in water column: the observations with novel sampling tool in stratified Baltic Sea // Mar. Pollut. Bull. – 2019. – Vol. 138. – P. 193-205.
2. *Есюкова Е.Е., Чубаренко Б.В., Чубаренко И.П., Килесо А.В., Железова Е.В., Граве А.В., Цуканова Е.С., Собаева Д.А., Танурков А.Г., Юшманова А.В., Турко Н.А.* Методика отбора и учёта фрагментов геосинтетических материалов и ее тестирование для пляжей Юго-Восточной Балтики // Арктические берега: путь к устойчивости: Материалы конференции / редакционная коллегия: Румянцева Е.А. (отв. редактор), Гогоберидзе Г.Г. (зам. отв. редактора), Князева М.А. – Мурманск: МАГУ, – 2018. – С. 76-79.
3. OSPAR (2010): Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. ISBN: 90 3631 973 9.
4. *Lippiatt, S., Opfer, S., and Arthur, C.* Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46, 2013.

5. JRC (2013): Guidance on monitoring of marine litter in European Seas. Joint Research Centre of the European Commission, Ispra, EUR 26113 EN.
6. UNEP/IOC (2009): Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter, Regional Seas Reports and Studies No 186 IOC Technical Series No 83. Nairobi, Kenya.
7. MARLIN (2014): Final Report of Baltic Marine Litter Project MARLIN, Litter Monitoring and Raising Awareness, 2011-2013.
8. *Haseler, M., G. Schernewski, A. Balciunas and V. Sabaliauskaite.* Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches // J. Coast. Conserv. 2018. – V. 22. – P. 27-50.
9. *Esiukova, E., Chubarenko, B., Simon, F.-G.* Debris of geosynthetic materials on the shore of South-Eastern Baltic (Kaliningrad Oblast, Russian Federation) // // Proc. of 7th IEEE/OES Baltic Symposium "Clean and Safe Baltic Sea and Energy Security for the Baltic countries". 12–15 June 2018, Klaipėda, Lithuania. IEEE Xplore Digital Library, 2018. – P. 1-6. https://doi.org/10.1109/BALTIC.2018.8634842.
10. *Есюкова Е.Е, Чубаренко Б.В., Бурнашов Е.М.* Геосинтетические материалы как источник загрязнения пластиковым мусором морской среды // Региональная экология. – 2018. – №3 (53). – С. 15-28.

Краткая информация об авторах

Есюкова Елена Евгеньевна, к.г.н.
Старший научный сотрудник, лаборатория физики моря.
Специализация: Океанология, взаимодействие океана и атмосферы, прибрежная зона, лабораторное и численное моделирование, натурный эксперимент, Балтийское море, мониторинг состояния окружающей среды, геосинтетические материалы, микропластик в морской среде.
E-mail: elena_esiukova@mail.ru

Чубаренко Борис Валентинович, к.ф.-м.н.
Заведующий лабораторией прибрежных систем.
Специализация: Прибрежная зона моря и внутренние прибрежные воды - лагуны и эстуарии, включая водосборный бассейн, физических особенности функционирования этих систем в различных временных масштабах; прикладные исследования, использование численных моделей, методы мониторинга.
E-mail: chuboris@mail.ru

UDC 504.064; 504.054

E. E. Esiukova, B. V. Chubarenko

GEOTHYNTETIC DEBRIS - NEW POLLUTANT AS A RESULT OF COASTAL PROTECTION

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nahimovskiy prospekt, Moscow, Russia, 117997
E-mail: elena_esiukova@mail.ru

An overview of the results of investigations of the pollution of beaches of the South-Eastern Baltic (Kaliningrad oblast) by fragments of geosynthetic materials is presented.

Keywords: Baltic Sea; pollution; beach; marine environment; geosynthetic materials; geotextiles; technique of continuous visual scanning.

Geosynthetic materials, in particular geotextiles, are widely used in coastal protection and hydraulic structures on the Baltic Sea shore within the Kaliningrad oblast. The deformation and destruction of these constructions results in the introduction of remnants of geosynthetic materials into the marine environment. Geosynthetics fragments experience additional degradation when they migrated along the shore, which leads to their destruction down to macro / meso / microparticles. In samples taken in the Baltic Sea water column of the economic zone of the Russian Federation within the Kaliningrad region, the fibers similar to those obtained from the degradation of geotextile materials such as Dornit [1] were found.

Attention to this problem was brought about in the international project of the ERA.Net RUS Plus program "Environmental impact of geosynthetics in aquatic systems" (No RUS_ST2017-212), the EI-GEO project (http://ei-geo.com/). It is executed by three institutes: Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Russia (IO RAS), Federal Institute for Materials Research and Testing, Germany (BAM) and Latvian Institute of Aquatic Ecology, Latvia (LIAE). The participation of the Russian partner - the Atlantic Branch of the IO RAS (AB IO RAS), located in Kaliningrad, is supported by the RFBR project No. 18-55-76002 "Environmental impact of geosynthetics in aquatic systems".

In the part of the EI-GEO project, for which IO RAS is responsible, the following tasks will be performed: (i) to study the level of degradation of geosynthetic materials at coastal protection and engineering structures in the coastal zone, (ii) to assess the alongshore distribution of deformed and migrating fragments of geosynthetic materials , (iii) to study the degree of pollution of beaches with geosynthetic debris, (iv) to develop methods for monitoring of beaches, (v) to numerically simulate the alongshore distribution of geosynthetic materials from local sources of pollution. The demonstration (pilot) territory is the northern shore of the Sambian Peninsula (the territory of the Kaliningrad Oblast in the South-Eastern Baltic).

Survey of the pollution of sandy beaches by residues of geosynthetics (geotextiles) was conducted in 2018. The method of continuous visual scanning was tested [2] for the selection and accounting of the fragments of geosynthetic materials during the inspection of the beach strip. It turned out that the fragmentary distribution of geosynthetic residues on the beach does not allow to use of known methods for contamination assessment by macro litter or microplastic (such as OSPAR, JRC,

UNEP / IOC, etc. [3-8]). Thus, the passage of observers along the entire length of the beach area is required. And in this case, only a visual survey allows someone to make the problem at least somewhat solved for such a large pilot area as the coastline of the Kaliningrad Oblast (140 km).

A survey was conducted to assess the state of contamination of the coastal strip of the Kaliningrad Oblast with residues of geosynthetic materials [9, 10]: 29 expeditions (from June to November 2018) had been implemented. The entire coastline of the Kaliningrad Oblast (the Vistula and Curonian spits, the western and northern shores of the Sambian Peninsula), 135 km in total, were surveyed. The method of "continuous visual scanning" was proposed; the methodical material was prepared. The total manpower spent in 2018 was estimated as 120 man-days. Geosynthetics samples were collected for further analysis in the amount of about 2000 pcs.

It has been established that the coastal protection structures are local sources of pollution of beaches by geosynthetic materials. At present, the example of the Kaliningrad Oblast has shown that coastal protection structures which were built using modern materials can become sources of a new type of pollutant - residues (fragments) of geotextile materials, which in turn are a source of environmentally hazardous microparticles (known as microplastics). The destruction of protective structures while preserving of the coast is "laid down" in their purpose, but with such functioning (planned partial destruction) they actually become sources of pollution of the marine environment. It turns out that solving one problem, namely, the engineering protection of the coast, another problem is created – environmental pollution by synthetic fragments.

The paper was done with a support of the state assignment of IO RAS (Theme № 0149-2019-0013) with the support of RFBR (project № 18-55-76002 ERA_a) especially to conduct field studies in 2018.

REFERENCES

1. *Zobkov, M.B., Esiukova, E.E., Zyubin, A.Y., Samusev, I.G.* Microplastic content variation in water column: the observations with novel sampling tool in stratified Baltic Sea // Mar. Pollut. Bull. – 2019. – Vol. 138. – P. 193-205.
2. *Esiukova E.E., Chubarenko B.V., Chubarenko I.P., Kileso A.V., Zhelezova E.V., Grave A.V., Tsukanova E.S., Sobaeva D.A., Tanurkov A. .G., Yushmanova A.V., Turko N.A.* Methods of selection and accounting of fragments of geosynthetic materials and its testing for the beaches of the South-Eastern Baltic // Arctic shores: the path to sustainability: Conference materials / editorial board: Rumyantseva E.A. (responsible editor), Gogoberidze G.G. (deputy responsible editor), Knyazeva M.A. – Murmansk: MASU, – 2018. – P. 76-79 (In Russian).
3. OSPAR (2010): Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. ISBN: 90 3631 973 9.
4. *Lippiatt, S., Opfer, S., and Arthur, C.* Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46, 2013.
5. JRC (2013): Guidance on monitoring of marine litter in European Seas. Joint Research Centre of the European Commission, Ispra, EUR 26113 EN.
6. UNEP/IOC (2009): Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter, Regional Seas Reports and Studies No 186 IOC Technical Series No 83. Nairobi, Kenya.
7. MARLIN (2014): Final Report of Baltic Marine Litter Project MARLIN, Litter Monitoring and Raising Awareness, 2011-2013.

8. *Haseler, M., G. Schernewski, A. Balciunas and V. Sabaliauskaite*. Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches // J. Coast. Conserv. 2018. – V. 22. – P. 27-50.
9. *Esiukova, E., Chubarenko, B., Simon, F.-G.* Debris of geosynthetic materials on the shore of South-Eastern Baltic (Kaliningrad Oblast, Russian Federation) // // Proc. of 7th IEEE/OES Baltic Symposium "Clean and Safe Baltic Sea and Energy Security for the Baltic countries". 12–15 June 2018, Klaipėda, Lithuania. IEEE Xplore Digital Library, 2018. – P. 1-6. https://doi.org/10.1109/BALTIC.2018.8634842.
10. *Esiukova, E.E., Chubarenko, B.V., Burnashov, E.M.* Geosynthetic materials as a source of pollution of marine environment by plastic debris // Regional ecology. – No3 (53). – P. 15-28. (In Russian).

Brief information about the authors

Esiukova E. E. PhD (Geogr.)
Senior researcher, Laboratory for Marine Physics
Area of expertise: Oceanology, ocean and atmosphere interaction, coastal zone, laboratory and numerical modeling, field experiment, the Baltic Sea, environmental monitoring, geosynthetic materials, microplastics in the marine environment.
E-mail: elena_esiukova@mail.ru

Chubarenko B. V. PhD (Phys.-math.)
Head of Laboratory for Coastal Systems Study
Area of expertise: The marine coastal zone and inland coastal waters - lagoons and estuaries, including a catchment basin, physical features of the functioning of these systems at different time scales; applied research, the use of numerical models, monitoring methods.
E-mail: chuboris@mail.ru

УДК 504.064; 504.054

Е. Е. Есюкова, И. П. Чубаренко

ОТ МАКРО- ДО МИКРО-: ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПЛАСТИКОМ ПЛЯЖЕЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36
***E-mail: elena_esiukova@mail.ru**

В работе дается обзор результатов исследований степени загрязнения морской среды и пляжей Юго-Восточной Балтики (Калининградская область) микро/мезо/макропластиком, проведённых в 2015-2018 гг.

***Ключевые слова**:* микро / мезо / макропластик; Балтийское море; загрязнение; пляж; морская среда; антропогенный мусор.

Загрязнение морской среды пластиком, и, особенно, частицами микропластика (МП, < 5 мм) в настоящее время признано нарастающей проблемой планетарного масштаба. Российские исследователи из ИО РАН (Атлантическое отделение, лаборатория физики моря) совместно с коллегами из МГИ (Севастополь) и ИВПС КарНЦ РАН (Петрозаводск) при поддержке РНФ (проект 15-17-10020 MARBLE, http://lamp.ocean.ru/) провели качественный и количественный анализ загрязнения частицами МП донных отложений и толщи вод Балтики, а также поверхности и тела пляжей Калининградской области. Целью исследований являлся анализ закономерностей переноса и накопления частиц МП в морской среде, а также изучение их гидродинамических свойств [1-13]. В экспедиционных исследованиях применялись как стандартные, так и специально разработанные методики отбора и технические средства: фильтровальная установка PLEX, нейстонная сеть (манта-трал), дночерпатели Ван Вина и Океан 50, батометры Нискина и др. [4, 5, 7-9]. Для извлечения МП из образцов донных и пляжевых отложений использовались модифицированные методы NOAA и MPSS [7-9], были проведены лабораторные эксперименты [14-16] и численное моделирование [4, 17]. Регулярный мониторинг пляжей, отбор, обработка проб песка и анализ результатов позволили сделать первые количественные и качественные оценки по загрязнению пляжей микро/мезо/макропластиком и парафином [3, 6, 12].

В 2018-2020 гг. в рамках международного проекта РФФИ № 18-55-76001 Эра_а «Пояс мусора вдоль побережий Балтийского моря: мониторинг, влияние, очищение» (проект BalticLitter,) в кооперации ИО РАН и РГГМУ (Россия), IOW (Германия), EMI (Эстония) ведутся работы (i) по оценке количества и распределения антропогенного морского мусора на морских песчаных побережьях, (ii) на побережьях лагун, (iii) по исследованию загрязнения МП пляжей Национальных парков, (iv) по разработке методики мониторинга штормовых выбросов антропогенного мусора.

Исследования поддерживаются в рамках государственного задания (тема № 0149-2019-0013); проведение полевых работ в 2018-2019 гг. поддержано со стороны РФФИ (проект № 18-55-76001 ЭРА_а).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Chubarenko, I., Bagaev, A., Zobkov, M., Esiukova, E.* On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment // Mar. Pollut. Bull. – 2016. – Vol. 108. – P. 105-112.
2. *Chubarenko, I., Esiukova, E., Bagaev, A., Isachenko, I., Demchenko, N., Zobkov, M., Efimova, I., Bagaeva, M. and Khatmullina, L.* Behavior of Microplastics in Coastal Zones, In: Microplastic Contamination in Aquatic Environments, edited by Eddy Y. Zeng. – Elsevier, 2018. – Pages 175-223. ISBN 9780128137475.
3. *Chubarenko, I.P., Esiukova, E.E., Bagaev, A.V., Bagaeva, M.A., Grave, A.N.* Three-dimensional distribution of anthropogenic microparticles in the body of sandy beaches // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 628-629. – P. 1340-1351.
4. *Bagaev, A., Mizyuk, A., Khatmullina, L., Isachenko, I., Chubarenko, I.* Anthropogenic fibres in the Baltic Sea water column: Field data, laboratory and numerical testing of their

motion // Science of The Total Environment. – 2017. – Vol. 599–600. – P. 560-571.
5. *Bagaev, A., Khatmullina, L., & Chubarenko, I.* Anthropogenic microlitter in the Baltic Sea water column // Mar. Pollut. Bull. – 2018. – Vol. 129 (2). – P. 918-923.
6. *Esiukova, E.* Plastic pollution on the Baltic beaches of the Kaliningrad region, Russia // Mar. Pollut. Bull. – 2017. – Vol. 114. – P. 1072-1080.
7. *Zobkov, M.B., Esiukova, E.E.* Evaluation of the Munich Plastic Sediment Separator efficiency in extraction of microplastics from natural marine bottom sediments // Limnology and Oceanography: Methods. – 2017. – Vol. 15. – P. 967-978.
8. *Zobkov, M., Esiukova, E.* Microplastics in Baltic Bottom Sediments: quantification procedures and first results // Mar. Pollut. Bull. – 2017. – Vol. 114 (2). – P.724-732.
9. *Zobkov, M.B., Esiukova, E.E., Zyubin, A.Y., Samusev, I.G.* Microplastic content variation in water column: the observations with novel sampling tool in stratified Baltic Sea // Mar. Pollut. Bull. – 2019. – Vol. 138. – P. 193-205.
10. *Chubarenko, I., Stepanova, N.* Microplastics in sea coastal zone: Lessons learned from the Baltic amber // Environmental Pollution. – 2017. – Vol. 224. – P. 243–254.
11. *Есюкова Е.Е.* Загрязнение пластиком и парафином пляжей Юго-Восточной Балтики // Океанология: Интерактивный альманах. – 2017. – № 1.
12. *Есюкова Е.Е., Чубаренко И.П.* Особенности распределения микропластика на песчаных пляжах Калининградской области (Балтийское море) // Региональная экология. – 2018. – № 1 (51). – С. 108-121.
13. *Зобков М.Б., Есюкова Е.Е.* Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов // Океанология. – 2018. – Т.58. – № 1. – С. 149-157.
14. *Khatmullina, L., Isachenko, I.* Settling velocity of microplastic particles of regular shapes // Mar. Pollut. Bull. – 2017. – Vol. 114(2). – P. 871-880.
15. *Ефимова И.В., Чубаренко И.П.* Фрагментация пластикового мусора в прибойной зоне моря: лабораторный эксперимент на примере пенополистирола // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 10-13.
16. *Efimova, I., Bagaeva, M., Bagaev, A., Kileso, A. and Chubarenko, I.* Secondary Microplastics Generation in the Sea Swash Zone With Coarse Bottom Sediments: Laboratory Experiments // Front. Mar. Sci. – 2018. – Vol. 5. – Article 313.
17. *Есюкова Е.Е., Багаев А.В., Мизюк А.И., Чубаренко И.П.* Плавучий мусор на пляжах Юго-Восточной Балтики: наблюдения и численное моделирование // Региональная экология. – 2017. – № 1 (47). – С. 47–57.

Краткая информация об авторах

Есюкова Елена Евгеньевна, к.г.н.
Старший научный сотрудник, лаборатория физики моря.
Специализация: Океанология, взаимодействие океана и атмосферы, прибрежная зона, лабораторное и численное моделирование, натурный эксперимент, Балтийское море, мониторинг состояния окружающей среды, геосинтетические материалы, микропластик в морской среде.
E-mail: elena_esiukova@mail.ru

Чубаренко Ирина Петровна, д.ф.-м.н.
Заведующий лаборатории физики моря.
Специализация: гидрофизика, геофизическая гидродинамика, гидродинамика прибрежных вод, конвекция, термогидромеханика взаимодействия шельфовых и открытых вод, физическая лимнология; морской микропластик, морской мусор; лабораторное и численное моделирование; натурный эксперимент.
E-mail: irina_chubarenko@mail.ru

UDC 504.064; 504.054

E. E. Esiukova, I. P. Chubarenko

FROM MACRO- TO MICRO-: PLASTIC POLLUTION OF THE BALTIC SEA BEACHES IN KALININGRAD OBLAST

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nahimovskiy prospekt, Moscow, Russia, 117997
E-mail: elena_esiukova@mail.ru

An overview of investigations of the pollution of marine environment and beaches of the South-Eastern Baltic (Kaliningrad oblast) by micro / meso / macroplastics is presented.

Keywords: micro / meso / macroplastic; Baltic Sea; pollution; beach; marine environment; anthropogenic litter.

The pollution of the marine environment by plastic, and, especially, by microplastic particles (MP, <5 mm) is now recognized as a growing problem on a planetary scale. Russian researchers from IO RAS (Atlantic Branch, Laboratory for Marine Physics) in cooperation with colleagues from MHI RAS (Sevastopol) and NWPI KarRC RAS (Petrozavodsk) with the support of the Russian Science Foundation (project 15-17-10020 MARBLE, http://lamp.ocean.ru/) conducted a qualitative and quantitative analysis of pollution by microplastic particles of the bottom sediments, sea water and beaches of the South-Eastern Baltic Sea. The main question under investigation was understanding of processes responsible for transport and fate of MP particles in the marine environment, as well as their hydrodynamic properties [1-13]. In expeditions, both standard and specially developed methods and technical means were used: the PLEX instrument (for bulk water sampling and on-site filtering), the neuston net (manta-trawl), the Van Veen and Ocean 50 grabs, the Niskin sampling bottles, etc. [4, 5, 7-9]. For extraction of MPs from samples of bottom and beach sediments, the modified NOAA and MPSS methods [7–9] were used. The laboratory experiments [14–16] and numerical simulations [4, 17] were carried out. Regular monitoring of beaches, sampling, processing of sand samples and analysis of the results made it possible to make the first quantitative and qualitative evaluations of the beaches pollution by micro / meso / macroplastic and paraffin [3, 6, 12].

In the years 2018-2020, the work on marine litter was continued within the ERA.Net RUS Plus S&T project 429 “Litter rim of the Baltic Sea coast: monitoring, impact, and remediation” (pro-

ject BalticLitter, RFBR № 18-55-76001 ERA_a) by the consortium including IO RAS and RSHU (Russia), IOW (Germany), EMI (Estonia), with the aims (i) to assess the amount, distribution, and composition of the beach litter for sand marine coasts, and for the coasts of lagoons, (ii) to investigate the microplastic pollution of the beaches of National Parks in different Baltic regions, (iii) to develop methods for monitoring of storm-related emissions of anthropogenic litter.

The investigation is supported by the state assignment of IO RAS (№ 0149-2019-0013); the field work in 2018-2019 is performed in frames of RFBR project № 18-55-76001 ERA_a.

REFERENCES

1. *Chubarenko, I., Bagaev, A., Zobkov, M., Esiukova, E.* On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment // Mar. Pollut. Bull. – 2016. – Vol. 108. – P. 105-112.
2. *Chubarenko, I., Esiukova, E., Bagaev, A., Isachenko, I., Demchenko, N., Zobkov, M., Efimova, I., Bagaeva, M. and Khatmullina, L.* Behavior of Microplastics in Coastal Zones, In: Microplastic Contamination in Aquatic Environments, edited by Eddy Y. Zeng. – Elsevier, 2018. – Pages 175-223. ISBN 9780128137475.
3. *Chubarenko, I.P., Esiukova, E.E., Bagaev, A.V., Bagaeva, M.A., Grave, A.N.* Three-dimensional distribution of anthropogenic microparticles in the body of sandy beaches // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 628-629. – P. 1340-1351.
4. *Bagaev, A., Mizyuk, A., Khatmullina, L., Isachenko, I., Chubarenko, I.* Anthropogenic fibres in the Baltic Sea water column: Field data, laboratory and numerical testing of their motion // Science of The Total Environment. – 2017. – Vol. 599–600. – P. 560-571.
5. *Bagaev, A., Khatmullina, L., & Chubarenko, I.* Anthropogenic microlitter in the Baltic Sea water column // Mar. Pollut. Bull. – 2018. – Vol. 129 (2). – P. 918-923.
6. *Esiukova, E.* Plastic pollution on the Baltic beaches of the Kaliningrad region, Russia // Mar. Pollut. Bull. – 2017. – Vol. 114. – P. 1072-1080.
7. *Zobkov, M.B., Esiukova, E.E.* Evaluation of the Munich Plastic Sediment Separator efficiency in extraction of microplastics from natural marine bottom sediments // Limnology and Oceanography: Methods. – 2017. – Vol. 15. – P. 967-978.
8. *Zobkov, M., Esiukova, E.* Microplastics in Baltic Bottom Sediments: quantification procedures and first results // Mar. Pollut. Bull. – 2017. – Vol. 114 (2). – P.724-732.
9. *Zobkov, M.B., Esiukova, E.E., Zyubin, A.Y., Samusev, I.G.* Microplastic content variation in water column: the observations with novel sampling tool in stratified Baltic Sea // Mar. Pollut. Bull. – 2019. – Vol. 138. – P. 193-205.
10. *Chubarenko, I., Stepanova, N.* Microplastics in sea coastal zone: Lessons learned from the Baltic amber // Environmental Pollution. – 2017. – Vol. 224. – P. 243–254.
11. *Esiukova, E.E.* Pollution with plastic and paraffin of the beaches of the South-Eastern Baltic // Oceanology: Interactive almanac. – 2017. – № 1 (In Russian).
12. *Esiukova, E.E., Chubarenko, I.P.* Features of the distribution of microplastics on sandy beaches of the Kaliningrad region (the Baltic Sea) // Regional Ecology. – 2018. – №. 1(51). – C. 108-121 (In Russian).

13. *Zobkov, M.B., Esiukova, E.E*. Microplastics in a Marine Environment: Review of Methods for Sampling, Processing, and Analyzing Microplastics in Water, Bottom Sediments, and Coastal Deposits // Oceanology. – 2018. – Vol. 58. – №. 1. – P. 137-143.
14. *Khatmullina, L., Isachenko, I*. Settling velocity of microplastic particles of regular shapes // Mar. Pollut. Bull. – 2017. – Vol. 114(2). – P. 871-880.
15. *Efimova, I. V., Chubarenko, I. P.* Fragmentation of Plastic Garbage in the Surf Zone of the Sea: a Laboratory Experiment on the Example of Expanded Polystyrene // Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences. – 2018.– Vol. 18. – № 1. – P. 10-13 (in Russian).
16. *Efimova, I., Bagaeva, M., Bagaev, A., Kileso, A. and Chubarenko, I.* Secondary Microplastics Generation in the Sea Swash Zone With Coarse Bottom Sediments: Laboratory Experiments // Front. Mar. Sci. – 2018. – Vol. 5. – Article 313.
17. *Esiukova, E.E., Bagaev, A.V., Mizyuk, A.I., Chubarenko, I.P.* Floating litter on the beaches of the south-eastern Baltic: observations and numerical modelling // Regional Ecology. – 2017. – № 1 (47). – P. 47-57 (In Russian).

Brief information about the authors

Esiukova E. E. PhD (Geogr.)
Senior researcher, Laboratory for Marine Physics
Area of expertise: Oceanology, ocean and atmosphere interaction, coastal zone, laboratory and numerical modeling, field experiment, the Baltic Sea, environmental monitoring, geosynthetic materials, microplastics in the marine environment.
E-mail: elena_esiukova@mail.ru

Chubarenko I. P. Dr. Sci (Phys.-math.)
Head of Laboratory for Marine Physics
Area of expertise: hydrophysics, geophysical hydrodynamics, hydrodynamics of coastal waters, convection, thermohydromechanics of the interaction of shelf and open waters, physical limnology; marine microplastics, marine debris; laboratory and numerical modeling; natural experiment.
E-mail: irina_chubarenko@mail.ru

УДК 504.064.2

Ш.Р. Поздняков[1], Е.В. Иванова[1*], А.В. Гузева[1], А.А. Ершова[2]

МИКРОПЛАСТИК КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЧАСТЬ МОРСКОГО МУСОРА

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт озероведения Российской академии наук. 196105, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, дом 9

[2]Российский государственный гидрометеорологический университет 192007, С.Петербург, Воронежская ул., д. 79

***e-mail: spb.spt@mail.ru**

В морскую среду в настоящее время ежегодно попадают миллионы тонн пластикового мусора, который впоследствии становится микропластиком - частицами менее 5 мм. Проблема микропластикового загрязнения может представлять собой наиболее важную и при этом наиболее сложную часть проблемы. В 2018 году Институт Озероведения РАН провел исследования содержания микропластика на акватории Финского залива, в результате которых была получена информация о количественном содержании частиц микропластика в воде и донных отложениях Финского залива Балтийского моря в диапазоне размеров 100 мкм – 5 мм. Полученные результаты позволяют сделать предварительные выводы о гидродинамическом поведении частиц микропластика в водной толще и могут быть использованы как основа для дальнейших исследований.

Ключевые слова: морской мусор; пластик; микропластик; загрязнение; Финский залив.

Пластик является наиболее распространенным типом морского мусора. Он может попадать в морскую среду напрямую (рыболовные сети, бытовые и промышленные отходы), а также со стоком рек: ежегодно в океан попадает от 1.15 до 2.41 миллионов тонн пластика. Из-за увеличения современного объема производства пластиковых изделий проблема пластикового загрязнения планеты становится одной из важнейших.

После попадания в окружающую среду под действием физико-химические факторов пластиковые отходы распадаются на более мелкие частицы, но период их полного разложения составляет сотни лет. В морскую среду ежегодно попадают миллионы тонн пластикового мусора, который впоследствии становится микропластиком - частицами менее 5 мм. Следует отметить, что проблема микропластикового загрязнения, как показывают результаты исследований, может представлять собой наиболее важную и при этом наиболее сложную часть проблемы загрязнения океана. В этой связи, любая новая информация о содержании, количественных оценках и поведении микропластиковых частиц в естественных водных объектах может иметь очень большую практическую значимость.

В 2018 году Институт Озероведения РАН провел исследования содержания микропластика на акватории Финского залива. В ходе полевых работ были отобраны пробы для исследования микропластиковых частиц в водной толще и донных отложениях. Пробы грунта и донных отложений отбирались на поперечных сечениях к урезам воды в 3-х точках: на линии

заплеска, на урезе воды и прибрежной зоне при достижении глубины воды значения 0.5 м. Отбор донных отложений и грунта с линии заплеска и уреза воды осуществлялся совместно с РГГМУ.

Микропластиковые частицы из водной толщи осаждались на сетке с ячейкой 100 мкм при помощи специальной фильтровальной установки, предложенной специалистами Института Океанологии им. Ширшова и усовершенствованной сотрудниками ИНОЗ РАН.

Грунт и донные отложения отбирались при помощи металлического совка. В дальнейшем донные отложения обрабатывались в лаборатории ИНОЗ РАН по методике Института Океанологии им. Ширшова для отделения частиц микропластика от грунта [3]. Вначале применялся метод плотностного разделения в растворе солей ($ZnCl_2$), далее пробы очищалась от органических частиц при помощи перекиси водорода.

Впоследствии пробы анализировались при помощи светового микроскопа Zeiss 40/10 с дальнейшим уточнением результатов при помощи ИК-Фурье спектроскопии.

В результате было получено, что для диапазона частиц размером от 100 мкм до 5 мм средняя концентрация частиц микропластика в воде прибрежных частей Финского залива в Санкт-Петербурге и его окрестностях составляет 1-2.4 частиц на литр воды. В донных отложениях были зафиксированы концентрации, превышающие содержания в воде в сотни раз: так, например, в районе Лахты концентрация составила более 250 частиц в 1 литре донных отложений (с учетом типа и плотности грунтов) [2]. Такое соотношение концентраций в воде и донных отложениях вполне коррелирует с предположением об осаждении легких взвешенных частиц микропластика на дно при адсорбции ими различных видов органических соединений. При этом происходит увеличение гидравлической крупности взвешенных частиц и переход их из ламинарного в переходный и турбулентный режимы осаждения с соответствующим увеличением скорости [1].

Кроме того, в рамках данных исследований была выявлена определенная закономерность в изменении концентраций содержания частиц в указанном диапазоне размеров в единице объема донных отложений – по мере удаления от мегаполиса значения этих концентраций постепенно уменьшались. Однако данное утверждение требует статистического подтверждения, что будет выполнено в ходе дальнейших исследований.

При этом, при расширении диапазона анализируемых частиц в сторону уменьшения размеров, выявленные тенденции могут быть трансформированы.

Таким образом, в результате выполненных исследований впервые получена информация о количественном содержании частиц микропластика в воде и донных отложениях Финского залива Балтийского моря в диапазоне размеров 100 мкм – 5 мм, позволяющая сделать некоторые предположения об их гидродинамическом поведении в водной толще. Результаты данных работ позволяют наметить направления дальнейших исследований, предусматривающих расширение диапазона анализируемых частиц, изучение взаимодействия частиц микропластика в водной толще и донных отложениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Караушев, А.В*. Теория и методы расчета речных наносов// Гос. гидрол. ин-т. - Ленинград : Гидрометеоиздат, 1976. - 272 с.

2. *А.В. Караушев, К.В. Разумихина, И.В. Боголюбова и др* Сток наносов, его изучение и географическое распределение // Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Гос. гидрол. ин-т. - Ленинград : Гидрометеоиздат, 1977. - 240 с.
3. *Zobkov M.B., Esiukova E.E.* Microplastics in a Marine Environment: Review of Methods for Sampling, Processing, and Analyzing Microplastics in Water, Bottom Sediments, and Coastal Deposits // Oceanology. 2018. T. 58. № 1. p. 137-143.

Краткая информация об авторах

Поздняков Шамиль Рауфович, д.г.н., директор ИНОЗ РАН
Специализация: гидрология, сток наносов, частицы наномасштабного диапазона в естественных водных объектах
tbgmaster@mail.ru +7(812)3870260

Иванова Екатерина Викторовна, к.г.н., научный сотрудник
Специализация: гидрология, водный баланс, гидродинамика, морской мусор, загрязнение микропластиком
spb.spt@mail.ru +79218745312

Гузева Алина Валерьевна, младший научный сотрудник
Специализация: экологическая геохимия, загрязнение водных объектов микропластиком
olina2108@mail.ru +79112722540

Ершова Александра Александровна, к.г.н. начальник Управления научных и инновационных исследований РГГМУ
Специализация: экология, биогенная нагрузка, морской мусор, загрязнение микропластиком
ershova@rshu.ru +79213484823

Sh.R.Pozdnyakov[1], E.V.Ivanova[1*], A.V.Guzeva[1], A.A.Ershova[2]

MICROPLASTICS AS COMPONENT OF MARINE LITTER

[1] Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences
Sevastyanova, 9, 196105, St. Petersburg, Russia

[2] Russian State Hydrometeorological University
Voronezhskaya st., 79, 192007, St.Petersburg, Russia
***e-mail: spb.spt@mail.ru**

At the present time millions tons of plastic litter annually get to the marine environment. Subsequently it becomes microplastics - the particles less than 5 mm, that is a big ecological issue. In 2018 Institute of Limnology RAS started to make a research of microplastics content in water area

of the Gulf of Finland. As a result data about concentration of such particles in the size range from 100 μm to 5 mm in water column and bottom deposits in this area were obtained. The results can be used for further research of microplastic particles features in water column.

***Keywords**:* marine litter; plastic; microplastics; pollution; Gulf of Finland.

Plastic is the most widespread type of marine litter. It can become to the marine environment directly (fishing nets, household and industrial wastes) and with a river flow: from 1.15 to 2.41 million tons of plastic falls into the ocean annually. The volume of output of plastic industry is increasing annually. So the problem of plastic pollution of the planet is becoming one of the most significant issues.

In the environment the plastic waste destroys to smaller particles under physical and chemical natural factors. The period of plastic decomposition takes hundreds of years. Millions tons of plastic litter which becomes microplastics (particles less than 5 mm) annually get to the marine environment. The results of the research show that microplastics pollution is very important for any water bodies. Taking into account this fact any new information about contents, quantitative assessments and behavior of microplastics particles in natural water bodies can have significant practical relevance.

In 2018 the Institute of Limnology RAS started to make a research of microplastic content in water area of the Gulf of Finland. During the field works samples from water column and bottom sediments were collected. For sampling sediments there were made transverse sections in 3 points. Sand was taken from the line of splash, from the water line and bottom sediments from the depth 0.5 m. Sampling was carried out together with Russian State Hydrometeorological University.

Microplastics particles from water column were filtered through a net with a cell of 100 μm by special filtering device that was developed by specialists of the Institute of Oceanology and modified in the Institute of Limnology RAS.

Sediments were sampling by metal shovel and then handle in the laboratory of the Institute of Limnology to separate plastic particles from mineral and organic components [3]. The first step was density separation in salt solution ($ZnCl_2$), the second step was oxidation of organic particles by hydrogen dioxide. Then samples were analyzed with a light microscope Zeiss 40/10 with further specification of results by FTIR- spectroscopy.

The results show that the average concentration of microplastics particles in water column of coastal parts of the Gulf of Finland in St. Petersburg and its suburbs is 1-2.4 particles (100 μm - 5 mm) per liter. In the sediments the microplastics content exceeded the content in water column in hundreds times. For example, near Lahta the concentration was more than 250 particles per 1 liter of sediments (taking into account type and density of sediments) [2]. This ratio of concentrations in water column and bottom sediments correlates with the theory of deposition of suspended microplastics particles to the bottom due to adsorption of organic matter. At the same time there is increasing of hydraulic size of suspended particles and their transition from laminar conditions to the transitional and turbulent ones, with corresponding speed increase [1].

Moreover some trends were revealed that concentrations of the microplastics particles (100 μm - 5 mm) in the bottom sediments were gradually decreased with increasing distance from the city. However, it need statistical confirmation and will define more precisely in further research. The revealed trends can be also modified after measuring range of microplastics particles extension.

The research provides the data of microplastics particles concentration (100 μm – 5 mm) per liter in water column and sediments of the Gulf of Finland. That allows developing some hypothesis

about hydrodynamic behavior of microplastics particles in water column and plan possible lines for future research like measuring range extension and studying interaction of microplastic particles in water column and bottom sediments.

REFERENCES

1. *Karaushev, A.V.* Theory and methods of river drift calculation // State hydrological institute - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. - 272 p.
2. *A.V. Karaushev, K.V. Razumikhina, I.V. Bogolyubova et al*. The sediment run-off, its study and geographical distribution // Ch.ex. hydrometeorol Service at the Council of Ministers of the USSR. State hydrological Institute. - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. - 240 p.
3. *Zobkov M.B., Esiukova E.E.* Microplastics in a Marine Environment: Review of Methods for Sampling, Processing, and Analyzing Microplastics in Water, Bottom Sediments, and Coastal Deposits // Oceanology. 2018. T. 58. № 1. p. 137-143.

Information about the authors

Pozdnyakov Shamil Raufovich
doctor of sciences, director of Institute of Limnology
Area of expertise: hydrology, sediment run-off, nanoparticles in natural water bodies
tbgmaster@mail.ru +7(812)3870260

Ivanova Ekaterina Viktorovna
postdoctoral researcher
Area of expertise: hydrology, water cycle, hydrodynamics, marine litter, microplastic pollution
spb.spt@mail.ru +79218745312

Guzeva Alina Valeryevna
junior research scientist
Area of expertise: environmental geochemistry, microplastics pollution
olina2108@mail.ru, +79112722540

Ershova Alexandra Alexandrovna
PhD, head of Department for Research and Innovations RSHU
Area of expertise: environmental research, biogenic load, marine litter, microplastic pollution
ershova@rshu.ru +79213484823

УДК 502/504

Г.В. Цветкова

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ «ГОЛУБОЙ ФЛАГ» ДЛЯ ПЛЯЖЕЙ – ХОРОШИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАМУСОРИВАНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ

Санкт-Петербургская общественная организация «Санкт-Петербург за экологию Балтики»
Россия, 192241, г. Санкт-Петербург, ул. Пражская, дом 32, корпус 1, помещение 1-Н
E-mail: galinatsvetkova1@gmail.com

В статье дается краткое описание международной программы добровольной экологической сертификации «Голубой флаг» для пляжей в качестве возможного инструмента для предотвращения замусоривания прибрежных районов, а также представлены результаты ее реализации в России.

***Ключевые слова**:* программа «Голубой флаг»; экологический сертификат; пляжи; прибрежные районы; замусоривание; селективный сбор отходов; экологическая осведомленность; образовательные экологические мероприятия.

Голубой флаг это эксклюзивный экологический сертификат, международная награда, присуждаемая чистым пляжам и маринам, отвечающим высоким экологическим стандартам и обладающим качественными средствами безопасности и сервиса. Программа «Голубой флаг» реализуется под эгидой международной некоммерческой „Организации экологического образования“ (Foundation for Environmental Education - FEE), которая является сетью общественных организаций, работающих в области образования и просвещения для обеспечения экологически безопасного развития. В каждой стране, участвующей в программе «Голубой флаг», существует некоммерческая организация - член FEE, которая отвечает за реализацию программы на национальном уровне. В России такой организацией является СПбОО «Санкт-Петербург за экологию Балтики» (Keep St. Petersburg Tidy NGO).

В соответствии с разработанными в рамках данной программы критериями для пляжей должны быть выполнены требования для таких микробиологических параметров, как фекальные колиформные бактерии (E.coli, не более 250 КОЕ/100 мл) и кишечные энтерококки/стрептококки (не более 100 КОЕ/100 мл). Также должны быть полностью выполнены требования программы «Голубой флаг» для физико-химических параметров:

- водородный показатель (pH) не должен выходить за пределы 6-9;
- на поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов и должны отсутствовать неприятные запахи. На территории пляжа необходимо проводить мониторинг загрязнения нефтью, при этом чрезвычайные планы по борьбе с загрязнениями должны включать в себя мероприятия по борьбе с нефтяными загрязнениями;
- не должно быть в наличие наплавного мусора (древесина, куски пластика, контейнеры, стаканчики и др.).
- В том числе, помимо всего прочего, к началу купального сезона голубофлаговому

пляжу необходимо обеспечить наличие на своей территории следующих элементов:

- приспособления для спуска на пляж и к воде людей с ограниченными физическими возможностями;
- контейнеры для селективного сбора некоторых отходов;
- информационный голубофлаговый стенд, на котором должна быть размещена соответствующая требуемая в рамках программы информация, в том числе природоохранная.

Важным критерием программы также является требование проведения на пляже в течение купального сезона не менее пяти экологических образовательных мероприятий. Цель программы «Голубой флаг» – повысить экологическую осведомленность и способствовать распространению экологических, направленных на сохранение морских экосистем и прибрежных районов практик среди туристов, местного населения и сотрудников пляжей. Повышая экологическую осведомленность большего количества людей, образовательные экологические мероприятия направлены на осознания ими тесной связи состояния экосистем с необходимостью заботы о них.

В настоящее время более 50 стран являются участниками этой программы. В апреле 2018 года награды Голубой флаг удостоились 3687 пляжей в 37 странах, рассположенных в Северном полушарии. В решении Международного жюри касательно пляжей России представлена информация о присуждении в 2018 году экосертификата Голубой флаг семи российским пляжам (1- Калининградская область, 6 – Краснодарский край). К началу 2019 года было подано уже 15 заявок от российских пляжей: 13 заявок от пляжей, расположенных в Муниципальном образовании города-курорта Сочи, 2 заявки от пляжей, расположенных в Муниципальном образовании «Янтарный городской округ» Калининградской области.

Программа «Голубой флаг» способствует устойчивому развитию прибрежных районов, инициируя выполнение разработанных в рамках программы требований, в том числе по качеству воды, безопасности обслуживания, экологическому менеджменту, а также по экологическому образованию и информированию. Она предотвращает замусоривание прибрежных районов и способствует объединению усилий туристических и природоохранных структур на локальном, региональном и национальном уровнях. С годами программа «Голубой флаг» стала популярной, а ее экологический сертификат признаваемым туристами и тур операторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.blueflag.global

Краткая информация об авторе

Цветкова Галина Васильевна, к.ф.-м.н.
Председатель СПбОО «Санкт-Петербург за экологию Балтики» (Keep St.Petersburg Tidy NGO), национальный оператор программы «Голубой флаг».
Специализация: динамические задачи оптимального управления природными ресурсами, природоохранные программы и проекты.
E-mail: galinatsvetkova1@gmail.com

G.V. Tsvetkova

IMPLEMENTING THE BLUE FLAG PROGRAMME FOR BEACHES IS A GOOD TOOL FOR PREVENTION LITTERING OF COASTAL AREAS

Keep St. Petersburg Tidy NGO
Prazhskaya street, 32, building 1, room 1-H, St. Petersburg, Russia, 192241
E-mail: galinatsvetkova1@gmail.com

The article provides a brief description of the international programme of voluntary eco-labeling Blue Flag for beaches as a possible tool to prevent littering of coastal areas and also presents the results of its implementation in Russia.

Keywords: Blue Flag Programme; eco-labeling; beaches; coastal areas; littering; selective waste collection; environmental awareness; environmental education activities.

The Blue Flag is an international award, exclusive eco-label indicating clean, safe and well-managed beaches and marinas. The international non-profit organization The Foundation for Environmental Education (FEE) owes and runs the Blue Flag Programme. FEE has a member organization working in the field of environmental education and information for safety development in each country administrating the Blue Flag Programme on the national level. Such an organization in Russia is St. Petersburg Tidy NGO.

In accordance with the criteria developed for beaches under this programme, the requirements must be met for such microbiological parameters as faecal coliform bacteria (E.coli, no more than 250 CFU / 100 ml) and intestinal enterococci / faecal streptococci (no more than 100 CFU / 100 ml). The requirements of the Blue Flag program for physicochemical measurements must also be fully met:

- pH must not exceed 6-9;
- oil films must not be detected on the surface of the water and there must be no unpleasant odors. On the beach it is necessary to monitor oil pollution while emergency pollution control plans must include oil pollution control measures;
- must not be in the presence of floating debris (wood, pieces of plastic, containers, cups, etc.).
- The blue-flag beach among other things needs to ensure by the beginning of the swimming season the availability of the following elements on its territory:
- must have facilities for the descent to the beach and to the water of people with disabilities;
- containers for the selective collection of some waste;
- an blue-flag information board on which the relevant required information within the framework of the programme, including environmental information, must be placed.

An important criterion of the programme is also the requirement to hold at least five environmental education activities on the beach during the bathing season. The goal of the Blue Flag Programme is to increase environmental awareness and promote the spread of environmental practices aimed at preserving marine ecosystems and coastal areas among tourists, the local population and staff of the beaches. Raising the environmental awareness of a larger number of people, environmental

education activities are aimed at their awareness of the close connection of the state of ecosystems with the need to care for them.

More than 50 countries participate in this programme. In April 2018 there were 3687 beaches in 37 countries located in the Northern Hemisphere awarded the Blue Flag. The decision of the International Jury 2018 regarding the beaches of Russia provided the information on awarding the Blue Flag eco-label to seven Russian beaches (1 - Kaliningrad region, 6 - Krasnodar region). By the beginning of 2019, 15 applications from Russian beaches had already been submitted: 13 applications from beaches located in the Municipality entity Sochi Resort city, 2 applications from beaches located in the Yantarny Urban District Municipal Formation of the Kaliningrad region.

The Blue Flag Program strives to promote sustainable development in the coastal areas through high water quality standards, safety standards, environmental management standards and environmental education. It prevents littering of coastal areas and works to bring together the tourism and environmental sectors at the local, regional and national levels. Over the years the Blue Flag Program has become a very well known and recognized eco-label for tourists and tour operators.

REFERENCES

1. www.blueflag.global

Brief information about the author

Tsvetkova G.V., Ph.D. (Math)
Chair of Keep St. Petersburg Tidy NGO, national operator of the Blue Flag Programme.
Area of expertise: dynamic problems of the optimal control of natural resources, environmental programmes and projects.
E-mail: galinatsvetkova1@gmail.com

И.А. Шишкин

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ОСНОВЕ

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В работе предложена структура управления формированием отходов различных типов и видов на основе ГИС технологии. Основным фундаментом для управления является: целеполагание, информация и организация. Сложность обращения с отходами с учетом изменения законодательства предопределяет необходимость системного подхода и создания единого комплекса экологического мониторинга состояния объекта, оперативного анализа протекания процессов, прогнозирования развития ситуации и поддержки принятия управленческих решений.

Для реализации региональной структуры обращения с отходами определена логика формирования ГИС - проекта «Управление отходами»

Ключевые слова: управление; отходы; управляющая система; геоинформационные системы; целеполагание; информация; мониторинг; прогнозирование; управленческое решение; ГИС - проект.

Индикаторы управления системой обращения с отходами (СОО) на всех уровнях организации:

- законодательная основа;
- система показателей для межрегиональных сравнений деятельности, формирование отчетов;
- оценка эффективности реализации части переданных федеральных полномочий в субъекты;
- система индикаторов для дифференцированного подхода к управлению СОО по муниципальным образованиям, выявление проблемных зон и горячих точек;
- корректировка стратегических программ на основе данных мониторинга.

Цель управления СОО.

Связь: цель → задачи → принципы → критерии → индикаторы.

Принципы повышения эффективности в регионе по управлению СОО:

- значимость для жизнедеятельности человека СОО;
- приоритетность экологической безопасности в части СОО;
- совершенствование методов управления в части СОО;
- открытость информации для общественности при принятии решений;
- иерархия интегральных показателей и критериев в основе принципов управления СОО;
- оптимизация базы данных для устойчивого функционирования.

В рамках экологической политики мегаполисов, одной из актуальных задач становится управление формированием отходов различных видов и типов. Это связано с активным целенаправленным управлением эколого-экономическим развитием территорий с учетом современных условий государственного строительства. Прежде всего, необходимо сформировать общие теоретические (модельные) представления об управлении отходами безотносительно к конкретным объектам и, тем более, субъектам управления. Управление может рассматриваться как контроль за стационарным режимом деятельности рассматриваемой системы. В более широком плане рассматривается управление различными изменениями в виде организационных, адаптационных, форс-мажорных, т.е. управление развитием системы «отходы». Кроме отмеченного, под управлением часто понимают организацию непосредственно самих подсистем управления, т.е. необходима как организация системы «Управление отходами», так и управление организацией системы «отходы».

К качественным аспектам управления отходами относится в первую очередь пространственная, географическая неравномерность антропогенных воздействий, обусловленная значительной региональной неравномерностью размещения природно-производственных комплексов. Концентрация промышленных производств совпадает с концентрацией населения в крупных городах и городских агломератах, что определяет специфику формирования отходов

и соответственно задачи их переработки и утилизации. Это предопределяет ускорение социализации и экологизации экосистем с переходом к новым принципам управления.

Основным фундаментом для управления является целеполагание, информация и организация. Фактически это целенаправленный информационно-организационный процесс, осуществляемый с помощью обратной связи.

Повседневная практика хозяйственной жизни общества показывает, что процессы развития складываются из множества контуров управления и самоуправления. При этом каждый контур представляет собой целенаправленный информационно-управленческий процесс. Самый простейший замкнутый контур с обратной связью на уровне регулятора реагирует лишь на текущие воздействия. Самоорганизующаяся система приобретает второй контур, эта информация накапливается, формируя опыт, знание, систематизируется в зависимости от накопленной и структурированной информации.

В системах познания объективной реальности различные элементы обращения с отходами должны быть неотделимы друг от друга и анализироваться с учетом взаимных связей. Управление инновационным развитием систем обращения с отходами предоставляет необходимость учета рисков при различных вариантах технологического перевооружения базовых отраслей. При этом специфические особенности инновационной деятельности базовых отраслей удовлетворяют в первую очередь государственные потребности. Оценка риска не является самоцелью, а служит инструментом для принятия управленческих решений на основе результатов имитационного моделирования на муниципальном или региональном уровнях.

Главными управляемыми параметрами реализации инновационных проектов систем обращения с отходами при прочих равных условиях являются время их реализации и бюджеты. В рамках имитационного моделирования территориального природно-технического комплекса важнейшим этапом является совершенствование процедур оценки указанных управляемых параметров. Вариативность параметров управления рисками зависит от стадий жизненных циклов инноваций. Разработка системного подхода к управлению рисками инновационного развития системы обращения с отходами предопределяет необходимость применения специа-

Рисунок 1. Региональная структура обращения с отходами с учетом изменения законодательства

лизированных методов: системного анализа, имитационного моделирования, экономико-математических, факторного и кластерного анализа и др.

В качестве специфических рисков инновационного проекта обращения с отходами могут рассматриваться: технологический риск, инфраструктурный риск, риск изменения требований при изменении природоохранного законодательства и др.

В основу информационной базы данных включаются данные о местах и объемах образования, условиях переработки и размещения различных видов отходов. Обобщаются данные о перспективных наилучших допустимых технологиях (НДТ) и оборудовании. ГИС технологии позволяют на локальном (производственно-техническом) и региональном (межотраслевом) уровнях вести мониторинг и формировать систематизированный банк данных и базу знаний об отходах и технологиях использования и обезвреживания отходов. Модели прогнозирования позволяют оценивать негативное воздействие отходов на окружающую среду и здоровье человека в рамках межотраслевой региональной системы мониторинга и норм допустимых воздействий с акцентом на переработку, а не на захоронение отходов. Системообразующим звеном мусороперерабатывающей отрасли хозяйства с одним центром управления становится завод по переработке отходов. Справочно информационная база, на геоинформационной картографической основе, позволяет внести места образования и размещения твердых бытовых и малотоксичных отходов в регионе. Кроме того, в базу на межотраслевой основе заносятся сведения о количестве отходов, их составе, опасности для человека отдельных фракций и всей массы в целом.

Формирование ГИС проекта и получение оценки состояния территории переработки и размещения отходов (ОСТ ПРО).

ГИС технология позволяет автоматизировать процессы сбора, обработки и представления данных. При этом появляется возможность создания систем мониторинга состояния объекта, оперативного анализа протекания процессов, прогнозирования развития ситуаций и поддержки принятия управленческих решений.

Рассмотрим основные этапы формирования ГИС-проекта «Управление отходами», обеспечивающего автоматическое выполнение необходимых преобразований и алгоритмов, для решения поставленной задачи – оценки состояния территории с обеспечением экологических показателей для заданного производственного решения и региональных норм допустимых воздействий.

1. Создание базовой информационной структуры ГИС для получения оценок.
2. Создание геоинформационной модели объекта – выделения территориальной системы ТС и определение ее целевых функций, определение структуры.
3. Определение перечня контролируемых параметров, алгоритмов получения сложных и комплексных оценок.
4. Формирование базы алгоритмов получения простых и сложных нормированных оценок.
5. Ранжирование результатов анализа, с целью проведения дальнейших обследований и поддержки принятия управляющих решений.
6. Формирование алгоритмического обеспечения для вычисления оценок состояния территорий– формирование структуры ГИС проекта.
7. Представление результатов анализа (ГИС слой, таблицы, диаграммы, формы отчетности).

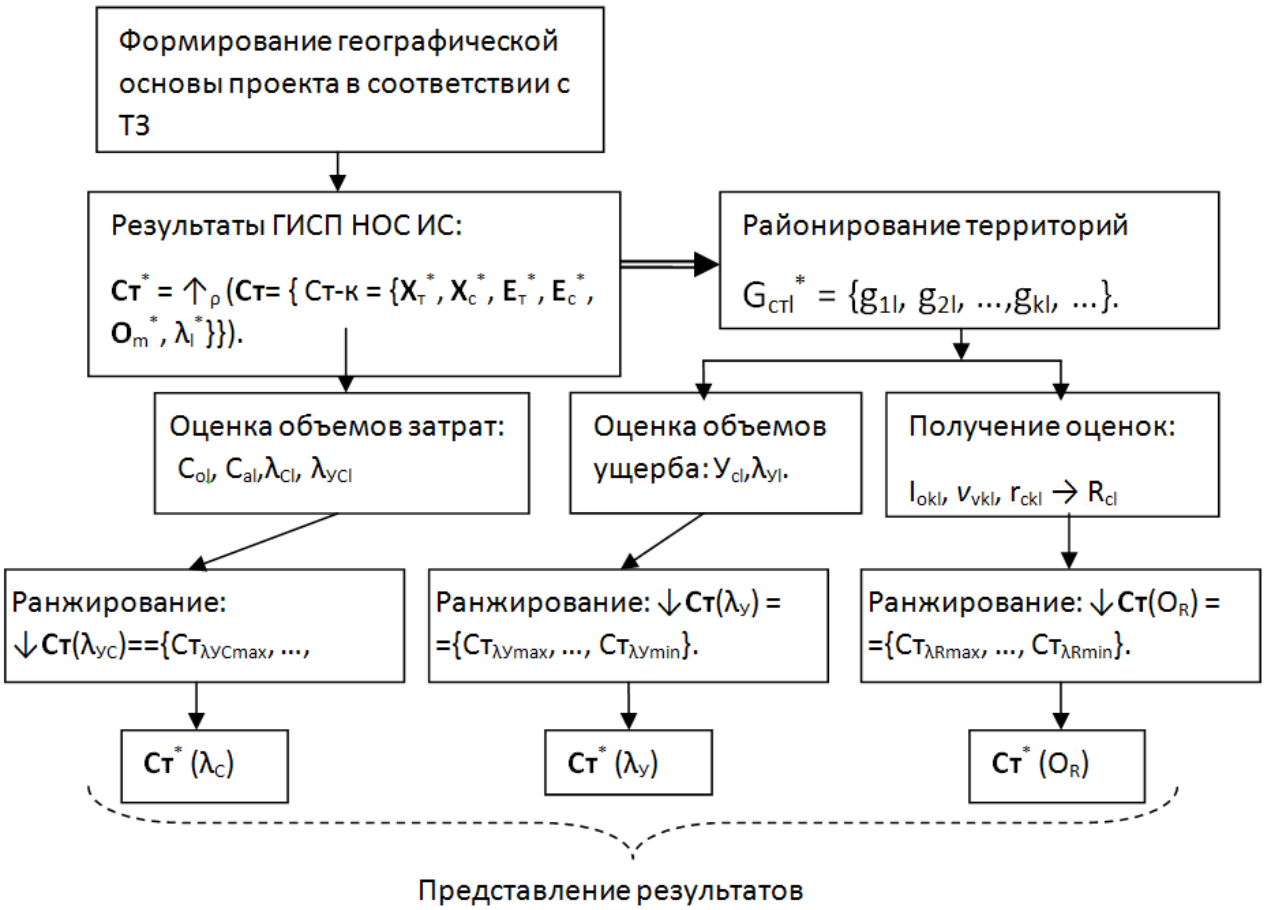


Рисунок 2. Блок схема логики формирования ГИС проекта

8. Решение задачи наиболее эффективного вложения средств на ремонт и реконструкцию ИС.

Логика формирования ГИС проекта РИС СО включающая взаимосвязь основных этапов и содержания ГИС проекта «Управление отходами»

В рамках ГИС проекта «Управления отходами» предложена справочно-информационная система с развитым интерфейсом, которая служит основой для экспертных оценок складывающейся в регионе санитарной и экологической ситуации, а также для принятия управленческих решений с учетом всей совокупности определяющих факторов и возможности их динамического изменения на основе моделирования и картографического представления пространственных объектов. Использование методов пространственного анализа на базе ГИС технологий позволяет решать задачи накопления, хранения, анализа любой пространственно-временной информации, строить прогнозные модели, создавать сценарии возможных ситуаций и др.

В ГИС проекте ранжирования информационной системы (ИС) по степени эффективности (РИС СЕ) анализируются: регион, его принадлежность, структура ИС «Управление отходами», проектные характеристики целевого применения территории и расчетные характеристики всех ИСУО. В базе геоданных описываются ИСУО в соответствии с разработанной моделью.

Таким образом, в работе предложена информационно управляющая система обращения с отходами с применением геоинформационной технологии на локальном и региональном уровне с соответствующими базами данных.

I. A. Shishkin

THE STRUCTURE OF WASTE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON GIS

Saint-Petersburg state University of aerospace instrumentation Saint-Petersburg, Russia

Annotation. The paper proposes a structure of waste management of different types and types based on GIS technology. The main Foundation for management is: goal-setting, information and organization. The complexity of waste management, taking into account changes in legislation, determines the need for a systematic approach and the creation of a single complex of environmental monitoring of the object, operational analysis of processes, forecasting the development of the situation and support for management decisions.

To implement the regional structure of waste management, the logic of the formation of the GIS project "waste Management»

Keywords: management; waste; control system; geoinformation systems; goal setting; information; monitoring; forecasting; management decision; GIS project.

Waste management system (JI) management indicators at all levels of the organization:

- legislative framework;
- system of indicators for inter-regional comparisons of activities, the formation of reports;
- assessment of the effectiveness of the implementation of part of the transferred Federal powers to the subjects;
- system of indicators for a differentiated approach to the management of soo by municipalities, identification of problem areas and hot spots;
- adjustment of strategic programs on the basis of monitoring data.

The purpose of the control of soo.

Communication: goal → objectives → principles → criteria → indicators.

Principles of efficiency improvement in the region on management of soo:

- significance for human life of soo;
- priority of environmental safety in terms of soo;
- improvement of management methods in the part of soo;
- openness of information to the public in decision-making;
- hierarchy of integrated indicators and criteria in the basis of the principles of management of soo;
- database optimization for sustainable operation.

As part of the environmental policy of megacities, one of the urgent tasks is to manage the formation of waste of various types and types. It is connected with active purposeful management of ecological and economic development of territories taking into account modern conditions of state construction. First of all, it is necessary to form General theoretical (model) ideas about waste management regardless of specific objects and, especially, subjects of management. Management can be considered as control over the stationary mode of activity of the considered system. More broadly, the management of various changes in the form of organizational, adaptation, force majeure, i.e. management of

the development of the “waste” system is considered. In addition to the above, management is often understood as the organization of the management subsystems themselves, i.e. both the organization of the “waste Management” system and the management of the “waste”system organization is necessary.

Qualitative aspects of waste management refers primarily spatial, geographical unevenness of anthropogenic impacts, due to significant regional irregularity of distribution of natural-industrial complexes. The concentration of industrial production coincides with the concentration of the population in large cities and urban agglomerates, which determines the specifics of waste generation and, accordingly, the tasks of their processing and disposal. It predetermines acceleration of socialization and ecologization of ecosystems with transition to new principles of management.

The main Foundation for management is goal-setting, information and organization. In fact, it is a purposeful information and organizational process carried out with the help of feedback.

Everyday practice of economic life of the society shows that the processes of development consist of a variety of control and self-government circuits. At the same time, each circuit is a purposeful information and management process. The simplest closed loop with feedback at the level of the regulator reacts only to current influences. The self-organizing system acquires a second circuit, this information accumulates, forming experience, knowledge, is systematized depending on the accumulated and structured information.

In systems of knowledge of objective reality, the various elements of waste management should be inseparable and analyzed in the light of mutual linkages. Management of innovative development of waste management systems provides the need to take into account the risks in different variants of technological re-equipment of basic industries. At the same time, the specific features of the innovation activity of the basic industries satisfy the state needs in the first place. Risk assessment is not an end in itself, but a tool for making management decisions based on simulation results at the municipal or regional level.

The main controlled parameters of the implementation of innovative projects of waste management systems, ceteris paribus, are the time of their implementation and budgets. In the framework of the simulation of territorial natural-technical complex of the most important stage is

Fig. 1. Regional structure of waste management taking into account changes in legislation

the improvement of the procedures of the evaluation of these managed parameters. The variability of risk management parameters depends on the stages of innovation life cycles. The development of a systematic approach to risk management of innovative development of the waste management system determines the need for the use of specialized methods: system analysis, simulation, economic and mathematical, factor and cluster analysis, etc.

As specific risks of the innovative project of waste management can be considered: technological risk, infrastructure risk, the risk of changing requirements when changing environmental legislation, etc.

The basis of the information database includes data on the places and volumes of education, conditions of processing and disposal of various types of waste. Data on promising best acceptable technologies (BAT) and equipment are summarized. GIS technologies make it possible to monitor and form a systematic database and knowledge base on waste and waste management technologies at the local (production and technical) and regional (inter-sectoral) levels. Predictive models make it possible to assess the negative impact of waste on the environment and human health within a cross-sectoral regional monitoring system and acceptable impact standards, with a focus on recycling rather than waste disposal. A core of a waste-processing industries with a single control centre is becoming a waste recycling plant. Reference information base, on geoinformation cartographic basis, allows you to make the place of formation and placement of solid and low-toxic waste in the region. In addition, information on the amount of waste, their composition, the danger to humans of individual fractions and the entire mass as a whole is entered into the database on an inter-sectoral basis.

Formation of GIS project and evaluation of the territory of processing and disposal of waste (OST PRO).

GIS technology allows you to automate the processes of data collection, processing and presentation. At the same time, it becomes possible to create systems for monitoring the state of the object, operational analysis of processes, forecasting the development of situations and supporting management decisions.

Let us consider the main stages of the formation of GIS project “waste Management”, providing automatic implementation of the necessary transformations and algorithms to solve the task – to assess the state of the territory with the provision of environmental indicators for a given production solution and regional standards of permissible impacts.

1. Create a basic GIS information structure to produce estimates.
2. Creation of geoinformational model of the object – selection of the territorial system of the vehicle and determination of its objective functions, the definition of the structure.
3. Determination of the list of controlled parameters, algorithms for obtaining complex and complex estimates.
4. Formation of a database of algorithms for obtaining simple and complex normalized estimates.
5. The ranking of the results of the analysis, with the aim of carrying out further surveys and support for making management decisions.
6. Formation of algorithmic support for the calculation of assessments of the state of the territories-the formation of the structure of the GIS project.
7. Presentation of analysis results (GIS layer, tables, charts, reporting forms).
8. Solving the problem of the most effective investment in the repair and reconstruction of is.

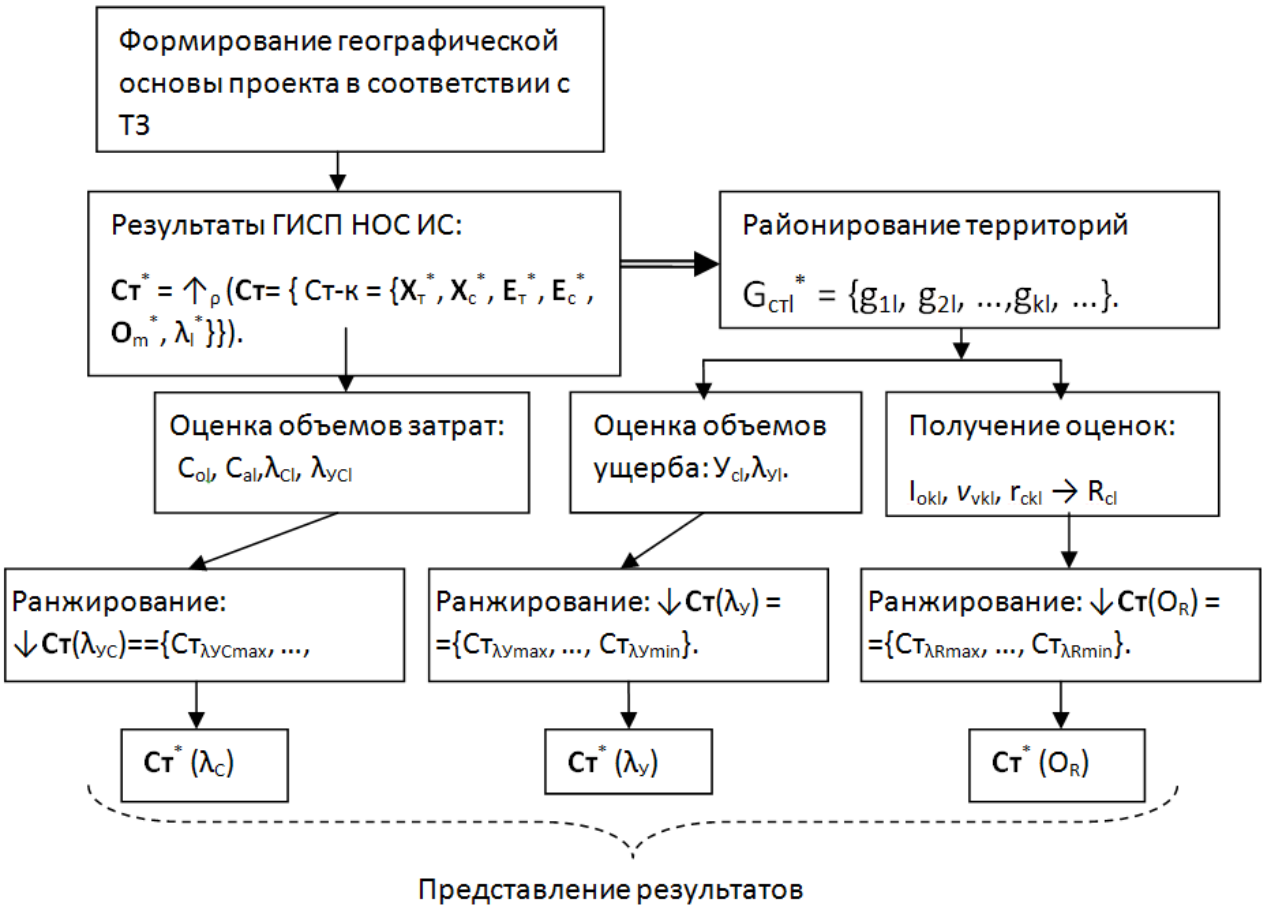


Fig. 2. The block diagram of the logic of the formation of a GIS project

The logic of the formation of a GIS project, including a FIGURE WITH the relationship of the main stages and content of the GIS project “waste Management”

Within the framework of the GIS project “waste Management”, a reference and information system with a developed interface is proposed, which serves as a basis for expert assessments of the sanitary and environmental situation in the region, as well as for management decisions taking into account the totality of the determining factors and the possibility of their dynamic change based on modeling and cartographic representation of spatial objects. The use of methods of spatial analysis based on GIS technology allows to solve the problem of accumulation, storage, analysis of any space-time information, build predictive models, create scenarios of possible situations, etc.

In GIS project ranking information system (is) according to the degree of efficiency (FIGURE CE) analyzed: region, its affiliation, the structure of the is “waste Management”, the design characteristics of the target application of the territory and the design characteristics of all ISAR. In the geodatabase are described EMIS in accordance with the developed model.

И. А. Яковлева, И. С. Сохраняев

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»
Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А
E-mail: yia95@yandex.ru

В работе будут рассмотрены перспективные методы водоочистки гальванических стоков

Ключевые слова: водоочистка; гальванические стоки; электрокоагуляция; обратный осмос.

В исследовательской работе на тему «Снижение негативной нагрузки на водные объекты города Санкт-Петербург» рассматривается одна из проблем современного кораблестроительного предприятия на примере гальванического цеха, а именно сброс сточных вод в реки и каналы.

Актуальность выбранной темы диктуется ухудшением экологической обстановки в городе.

Объектом исследования работы является завод АО «Адмиралтейские верфи».

Предметом исследования работы является гальванический цех, его очистные сооружения и сброс сточных вод в городской коллектор.

Основной целью исследовательской работы является определение качества очистки вод на действующем очистном оборудовании и предложение усовершенствования в случае недостаточной очистки.

Исследовательская работа состоит из введения, трех частей, заключения, списка использованных источников.

В первом разделе «Общие сведения о предприятии» определены основные характеристики предприятия, его деятельность, а также подробно рассмотрен гальванический цех с основными ступенями действующей системы очистки сточных вод.

Во втором разделе «Определение необходимой степени очистки сточных вод и анализ действующей» проанализировано действующие очистное оборудование. Главная цель состоит в расчете необходимой степени очистки и сравнение с существующей.

В третьем разделе «Усовершенствование действующей схемы очистных сооружений» проанализированны практические рекомендации по внедрению усовершенствованных очистных сооружений. Главной целью является снижение нагрузки загрязненных сточных вод на реку Мойка.

В заключении сделаны основные выводы по исследовательской работе.

Объем исследовательской работы составляет 20 листов. Иллюстративный материал включает 4 рисунка, 5 таблиц, 2 приложения. Список использованных источников представлен 20 наименованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Очистка промышленных сточных вод: пер. с нем. – СПб.: Новый журнал, 2012. – 384 с.
2. *Родионов А.И.* Защита биосферы от промышленных выбросов. – М: Химия, 2005. – 392с.
3. *Зонтаг, Г.* Коагуляция и устойчивость дисперсных систем [Текст]: пер. с нем. / *Г. Зонтаг.* - Ленинград: Химия, 1998. - 152 с.
4. *Роев, Г.А.* Очистные сооружения. Охрана окружающей среды [Текст] / *Г.А. Роев*. - М.: Недра, 1993. - 287 с.
5. *Громогласов, А. А.* Водоподготовка: процессы и аппараты/ *А. А Громогласов,. А. С. Копылов, А. Л. Пильщиков.* – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 272 с.
6. *Лапшев Н.Н.* Расчеты выпусков сточных вод. –М.: Стройиздат, 2011. – 87 с.
7. ГН 2.1.5.1315-03
8. СанПиН 2.1.5.980–00, ГОСТ 17.1.2.04
9. СНиП 2.04.03–85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»
10. *Ветошкин А.Г.* Процессы и аппараты защиты гидросферы. – П.:Пензенский государственный университет, 2004.-188 с.
11. *Комарова Л.Ф.* Технология очистки промышленных и сточных вод: физико-химические, химические и биохимические методы очистки – Барнаул: издательство Алтайского политехнического института, 2009. - 391 с.
12. *Тимонин А.С.* Инженерно-экологический справочник. – Калуга: издательство Н.Бочкаревой, 2003. – 916 с.
13. *Кривошеин Д.А.* Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков – М.: Высшая школа, 2008 – 344 с.
14. *Скрылев Л.Д.* Электрохимические процессы в водных растворах электролитов – К.: УМК ВО, 1997. – 84 с.
15. *Смирнов, О.В.* О разделении гидродисперсий и очистке питьевых вод при электрообработке [Текст] / О.В. Смирнов, С.В. Воробьева //Нефть и Газ: Известия ВУЗов. - Тюмень: ТюмГНГУ. - 2009. - Вып. 4.- С. 103-107.
16. Проект нормативно-допустимых сбросов АО «Адмиралтейские верфи»
17. Регламент гальванического цеха АО «Адмиралтейские верфи»
18. История предприятия АО «Адмиралтейские верфи». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://admship.ru/]
19. Очистка сточных вод гальванического производства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://tecnoparc.ru/galvanic_waste_water.html
20. Сравнение технологических особенностей электро- и гальванокоагуляционных методов очистки стоков. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.galvanicrus.ru/

Краткая информация об авторах

Ирина Алексеевна Яковлева, Игорь Сергеевич Сохраняев
Бакалавры по направлению техносферная безопасность.
Специализация: инженерная защита окружающей среды.
E-mail: yia95@yandex.ru

I.A. Yakovleva, I. S. Sokhranyaev

REDUCTION OF THE NEGATIVE LOAD ON WATER OBJECTS OF ST. PETERSBURG

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation»
Russia, 190000, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya street, 67, letter A
E-mail: yia95@yandex.ru

In the work will be considered promising methods of water purification of galvanic drain

Keywords: water purification; galvanic drain; electrocoagulation; reverse osmosis.

One of the problems of the modern shipbuilding enterprise, namely the wastewater discharge, is considered in this research work on topic «Redusction of the negative load on water objects of St. Petersburg» by the example of galvanic plant.

The Relevance of the topic chosen is dictated by the deterioration of the ecological situation in the city.

The object of the research is the plant JSC «Admiralteyskie verfi».

The subject of the research is the galvanic plant, its water purification structures and wastewater discharge into the city sewer.

The main objective of the research work is to determine the quality of water purification on the existing purification equipment and propose improvements in case of insufficient purification.

The research consists of an introduction, three main body parts, conclusion, a list of sources used.

In the the first section, «General information about the enterprise,» the main characteristics of the enterprise and its activity are identified, as well as the galvanic plant with the main steps of existing wastewater purification system is described in detail.

In the second section, «Determination of the required degree of wastewater purification and analysis of the existing current,» the existing purification equipment is analyzed. The main goal is to calculate the required degree of purification and comparison with the existing one.

In the third section, “Improvement of the existing purification plant scheme,” practical recommendations on the implementation of advanced treatment facilities are analyzed. The main goal is to reduce polluted wastewater load on the Moika river.

In conclusion the main research findings are made.

The volume of research is 20 sheets. Illustrative material includes 4 drawings, 5 tables, 2 appendices. The list of sources used is represented by 20 items.

REFERENCES

1. Industrial wastewater treatment: translated from German – Spb.: Noviy journal, 2012. – 384 pages.

2. *Rodionov A.I.* Protecting the biosphere from industrial emissions. – M: Chemistry, 2005. – 392 pages.
3. *Zontag. G.* Coagulation and stability of dispersed systems [Text]: translated from Germany / *G. Zontag*. - Leningrad: Chemistry, 1998. - 152 pages.
4. *Roev, G.A.* Sewage treatment plant. Environmental protection. [Text] / *G.A. Roev*. - M.: Bosom, 1993. - 287 pages.
5. *Gromoglasov, A. A.* Water treatment: processes and devices/ *A. A Gromoglasov,. A. S. Kopylov, A. L. Pylshikov.* – M.: Energoatomiszdat, 2006. – 272 pages.
6. *Lapshev N.N.* Sewage discharge calculations. – M.: Stroyizdat, 2011. – 87 pages.
7. SS 2.1.5.1315-03
8. Sanitary rules and norms 2.1.5.980–00, GOST 17.1.2.04
9. SNiP 2.04.03–85 «Sewage. External networks and facilities»
10. *Vetoshkin A.G.* Processes and ddevices for the protection of the hydrosphere. – P.:Penza State University, 2004.-188 pages.
11. *Komarova L.F.* Industrial and wastewater treatment technology: physico-chemical, chemical and biochemical purification methods – Barnaul: publishing house of the Altai Polytechnic Institute, 2009. - 391 pages.
12. *Timonin A.S.* Environmental Engineering Handbook. – Kaluga: N. Bochkareva publishing house, 2003. – 916 pages.
13. *Krivosheyn D.A.* Engineering protection of surface waters from industrial wastewaters – M.: Higher school, 2008 – 344 pages.
14. *Skrylev L.D.* Electrochemical processes in aqueous electrolyte solutions – K.: YMK VO, 1997. – 84 pages.
15. *Smyrnov, O.V.* On the separation of hydrodispersions and purification of drinking water during electrical treatment [Article] / O.V. Smyrnov, S.V. Vorobyova //Neft' i gaz: Izvestiya VUZov. - Tyumen: TyumGNGU. - 2009. - Issue 4.- pages 103-107.
16. Draft regulatory allowable discharges JSC «Admiralteyskie verfi»
17. Regulations of the galvanic plant of JSC «Admiralteyskie verfi»
18. History of JSC «Admiralteyskie verfi». [Electronic source]. Access mode: [http://admship.ru/]
19. Wastewater treatment of galvanic plant. [Electronic source]. Access mode: http://tecnoparc.ru/galvanic_waste_water.html
20. Comparsion of technological features of electro- and galvanocoagulation methods for wastewater treatment. [Electronic source]. Access mode: http://www.galvanicrus.ru/

Brief information about the authors

Irina Alekseevna Yakovleva, Igor Sergeevich Sokhranyaev
Bachelors in Technosphere Safety.
Specialization: environmental engineering.
E-mail: yia95@yandex.ru

УДК: 574.5 + 595.2

А.Е. Анцулевич[1], Д.С. Сендек[2]

ПЕРВОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ КРЕВЕТКИ CRANGON CRANGON (L.) (CRUSTACEA: DECAPODA; CRANGONIDAE) В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

[1]Акционерное общество Норд Стрим 2 АГ, Швейцария, 196105, филиал в г. Санкт-Петербурге, ул. Решетникова, 14а.
Email: alexander.antsulevich@nord-stream2.com

[2]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Государственный институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ФГБНУ ГосНИОРХ), Россия, 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26

Сообщается о первой находке креветки *Crangon crangon* (L.) в восточной части Финского залива. Она обсуждается также в связи с недавним появлением в этом же регионе другой креветки *Palaeomon elegans* Rathke.

***Ключевые слова**:* Финский залив; Нарвский залив; биоразнообразие; Decapoda; креветки.

Обыкновенная креветка *Crangon crangon* (L.) – морской вид, широко распространенный в Северной Атлантике, обитает в Северном море, Норвежском, Баренцевом, Белом, Средиземном и Чёрном, а также в западной части Балтийского моря. Разными авторами отмечается его способность выдерживать понижения солености, что позволяет ему обитать в эстуариях, а в Балтийском море начать плавное продвижение от более солёной западной части (берегов Дании, Германии, Польши, Швеции) в менее солёную восточную его часть и заливы [2, 5]. Его нечастые находки были зарегистрированы в западной части Финского залива примерно на линии п-ва Ханко у берега Финляндии [9] и Таллинна – у эстонского берега [8]. Поверхностная солёность вод Финского залива по этой линии составляет 6,5 – 8 ‰. Лишь единственная находка *C. crangon* была отмечена немного восточнее этой линии у побережья Финляндии в р-не пос. Пюхтя.

Экземпляр этого рачка был пойман в вершине Нарвского залива примерно в 1 км от места впадения р. Наровы и в 100 м от берега (сбор 05.08.2018, гл. 0,7 м, грунт песчаный, коор-

динаты поимки 59.457’ N; 28.025’ E, сб. Д.С. Сендек). Рачок живой, активно подвижный, длина тела (без антенн) 4,5 см (рис. 1 А; В). Соленость в приустьевой области р. Наровы не превышает 2 ‰. Это наиболее восточная находка *C. crangon* в Финском заливе и в Балтийском море. В Белом море вид также встречается в приустьевых участках рек [3] и, хотя в беломорских эстуариях соленость выше, чем вблизи устья Наровы, находка этого рачка не представляется удивительной.

Рисунок 1. Креветка *Crangon crangon* (L.), Нарвский залив вблизи устья р. Наровы. А – общий вид «в профиль». В – передняя часть карапакса, вид сверху

В последние годы фауна восточной части Финского залива пополняется промысловыми видами креветок. В июле 2014 г. в восточной части Финского залива впервые появились креветки *Palaeomon elegans* Rathke. В летний период они местами в массе отмечались на мелководьях у о-вов Гогланд, Тютерс и Сескар, у внешнего побережья Берёзовых островов, в Нарвском заливе вдоль Кургальского п-ва и у Усть-Нарвы и даже в Копорской губе [1, Н.В. Ковальчук, личное сообщение]. Несколько ранее в Финском заливе они были отмечены в водах Эстонии [8, 7], а в 2009 г. и в Финляндии [6], куда они в свою очередь прибыли из центральной и западной Балтики [10, 4, 2]. Очевидно, что креветки *C. crangon* следуют тем же путем, что и *P. elegans* и могут найти пригодные местообитания к востоку от Нарвского залива.

Оба вида креветок в восточной части Финского залива являются вселенцами, но едва ли можно назвать «чужеродными». По своему происхождению это северо-атлантические виды, они прибыли из сопредельных акваторий Эстонии и Финляндии, пройдя всё Балтийское море с запада на восток за несколько десятилетий, что представляет собой пример прохореза в отличие от «длинного прыжка» инвазийных видов [1].

Фауна Финского залива вообще не богата, а каких-либо промысловых видов беспозвоночных, какими славятся океанические моря, в ней практически нет (не считая недорослых мидий). Креветки *P. elegans* и *C. crangon* служат прекрасным кормом для крупных рыб и являются ценными промысловыми объектами во многих странах. В их появлении и возможной натурализации в восточной части Финского залива нет ничего плохого и это можно только приветствовать.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анцулевич, А.Е.* Чужеродные виды-вселенцы в Финском заливе – проблема экологическая, технологическая, экономическая и… / Наш общий Финский залив. Сб. матлов I научной конференции СПбГУ, посвященной «Году Финского залива – 2014», СПб, 2012. - С. 12-22.
2. *Буруковский Р.Н.* О питании креветки *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Decapoda, Palaemonidae) в Вислинском заливе // Журн. Сиб. Федер. Унив., Биология, 2012, Т. 5, № 2 - С. 151-159.
3. Иллюстрированный атлас беспозвоночных Белого моря / Под. общ. ред. Н.Н.Марфенина. – М. Т-во научных изданий КМК. 2006. 312 с.
4. *Grabowski, M.* Rapid colonization of the Polish Baltic coast by an Atlantic palaemonid shrimp *Palaemon elegans* Rathke, 1837. Aquatic Invasions - 2006, Vol. 1. Iss 3. – P. 116-123.
5. HELCOM. Checklist of Baltic Sea Macro-species. Baltic Sea Envir. Proc. – 2012, No. 130, 204 pp.
6. *Katajisto T., Kotta J., Lehtiniemi M., Malavin S.A. and Panov V.E.* Palaemon elegans Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonoidea: Palaemonidae) established in the Gulf. of Finland / Bio Invasions Records – 2013, Vol. 2, Iss. 2 – P. 125-132.
7. *Kotta J., Kuprijanov I.* The first finding of the palaemonid shrimp *Palaemon elegans* Rathke in the Estonian coastal sea / Est. Journ. Ecol. – 2012, Vol. 10 - P. 148–153.
8. *Ojaveer H., Eero M., Lankov A.* 2004. Microevolution of eelpout, *Zoarces viviparous*, in the Baltic Sea / Proc. Est. Acad. Sci. Biol., Ecol. – 2004, Vol. 53, No 4 – P. 292-304.
9. *Segerstråle, S.G.* 1972. The distribution of some malacostracan crustacean in the Baltic Sea in relation to the temperature factor / Merentutkimuslaitoksen Julkaisu – 1972, No 37, Helsinki – P. 13-26.
10. *Zettler, M.L.* Benthologischer Arbeiten zur ökologischen Bewertung von Windenergie-Anlagen-Eignungsgebieten in der Ostsee. Endbericht für die Areale Kriegers Flak (KF) und Westlicher Adlergrund (WAG) / Inst. Ostseeforsch., Sect. Biol. Meeres. FKZ – 2003, Iss. 802-85-210, 54 pp.

Краткая информация об авторах

Анцулевич Александр Евгеньевич, д.б.н.
Специалист по природопользованию и охране окружающей среды в России
Специализация: морская биология.
Email: alexander.antsulevich@nord-stream2.com

Сендек Дмитрий Сергеевич, к.б.н.
Ведущий научный сотрудник
Специализация: ихтиология

A.E. Antsulevich[1], D.S. Sendek[2]

FIRST FINDING OF SHRIMP CRANGON CRANGON (L.) (CRUSTACEA; DECAPODA; CRANGONIDAE) IN THE EASTERN GULF OF FINLAND

[1]Joint-stock company Nord Stream 2 AG, Switzerland, branch in St.-Petersburg, Reshetnikova str., 14a.
Email: alexander.antsulevich@nord-stream2.com

[2]Federal State Budgetary Scientific Establishment
"Berg State Researh Institute on Lake and River Fisheries"
(FSBSI "GosNIORH"). 199053, Saint-Petersburg, Russia

The first finding of shrimp *Crangon crangon* (L.) in the eastern Gulf of Finland reported.

This event discussed together with recent appearance in the same region of other shrimp *Palaeomon elegans* Rathke.

Keywords: Gulf of Finland; Narva Bay; biodiversity; Decapoda; shrimps.

Common shrimp *Crangon crangon* (L.) is marine species widely distributed in North Atlantic – in the North Sea, Norwagian, Barents, White, Mediterranian and Black Seas and in the western part of the Baltic Sea. Many authors noted high tolerance of this species to the lowered salinity. This allows to *C. crangon* inhabit in estuaries. In the Baltic Sea this species started to penetrate for more saline western part to less saline eastern Baltic and bays [2, 5]. Some findings were registered in western part of the Gulf of Finland close to Hanko peninsula at Finnish coast [9] and near Tallinn at Estonian coast [8]. Salinity of a surface water on this line is about 6 – 8 ‰. Only once this species was found to the east from this line near Pyhtaa and the coast of Finland.

Specimen of this crustacean was caught in the top of the Narva Bay just 1 km from the Narva river mouth and about 100 offshore (coll. 05.08.2018, depth 0,7 m, sandy bottom, coordinates 59.457' N; 28.025' E, collector D. Sendek). Srimp was alive, active, body length (without antennas) 4,5 cm (fig. 1 A; B). Salinity in this area not exceeds 2 ‰. By now this is eastern-most locality of *C. crangon* registered in the Gulf of Finland and the Baltic Sea. In the White Sea this species also inhabits estuaries [3], however the salinity in estuaries in the White Sea usually is higher than one near Narva River mouth, new finding of this crustacean is not really surprising.

Last few years fauna of eastern Gulf of Finland replenished with commercial species of shrimps. In July of 2014 decapods *Palaeomon elegans* Rathke were registered in the eastern part of the gulf for the first time. In summertime in patches they were abundant in shallow water zones of islands Gogland, Tuters, Seskar, art outer part of Berjeozovy Islands in the Narva Bay and Kopora Bay [1,Nicolaj Kovalchouk, personal comm.). Some earlier these shrimps were known from Estonian waters [8, 7] and after year 2009 from Finnish waters [6], where they arrive from central and western Baltic [10, 4, 2]. Evidently, shrimps *C. crangon* follow the same way as *P. elegans* and they may find available habitats to the east from Narva Bay.

Fig. 1. Shrimp *Crangon crangon* (L.), Narva Bay, close to the Narva River mouth. A – General lateral view. B – frontal part of carapax, view from above

Both species of shrimps are colonizers for the eastern Gulf of Finland, but unlikely they can be called "alien species". By origin, they are North-Atlantic species and they arrived from adjacent areas of Estonia and Finland, passing earlier gradually the whole Baltic Sea from the west to east during several decades. It is an example of prochoresis, as distinct from "long jump" of invasive species [1].

The fauna of the Gulf of Finland is not rich in general; commercial species of invertebrates, which are renowned for oceanic seas, are absent here (with exception for too small mussels). Shrimps *P. elegans* and *C. crangon* are an excellent feed for large fish and as well, they are valuable commercial objects in many countries. Nothing bad in their appearance and possible naturalization in the eastern Gulf of Finland. They are welcome here.

REFERENCES

1. *Antsulevich, A.E.* Alien species in the Gulf of Finland is a problem as ecological, technological, economical and.../ Our common Gulf of Finland. Publications of the 1-st scientific conference of Saint-Petersburg State University, devoted to the "Gulf of Finland Year – 2014". – St.-Petersburg, VVM – 2012. – P. 12-22 (in Russian with English title).
2. *Burukovsky R.N.* On *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Decapoda, Palaemonidae) nutrition in Vistula Lagoon / Journ. Siber. Federal Univ. Biol., 2012, Vol. 5, No 2 – P. 158-159 (in Russian with English summary).
3. Illustrirovannyi atlas bespozvonochnykh Belogo morja (Illustrated Atlas of invertebrates of the White Sea) / Ed. N.N.Marfenin. – KMK publ., Moscow – 2006, 312 pp.
4. *Grabowski, M.* Rapid colonization of the Polish Baltic coast by an Atlantic palaemonid shrimp *Palaemon elegans* Rathke, 1837. Aquatic Invasions - 2006, Vol. 1. Iss 3. – P. 116-123.
5. HELCOM. Checklist of Baltic Sea Macro-species. Baltic Sea Envir. Proc. – 2012, No. 130, 204 pp.
6. *Katajisto T., Kotta J., Lehtiniemi M., Malavin S.A. and Panov V.E.* Palaemon elegans Rathke, 1837 (Caridea: Palaemonoidea: Palaemonidae) established in the Gulf. of Finland / Bio Invasions Records – 2013, Vol. 2, Iss. 2 – P. 125-132.
7. *Kotta J., Kuprijanov I.* The first finding of the palaemonid shrimp *Palaemon elegans* Rathke in the Estonian coastal sea / Est. Journ. Ecol. – 2012, Vol. 10 - P. 148–153.

8. *Ojaveer H., Eero M., Lankov A.* 2004. Microevolution of eelpout, *Zoarces viviparous*, in the Baltic Sea / Proc. Est. Acad. Sci. Biol., Ecol. – 2004, Vol. 53, No 4 – P. 292-304.
9. *Segerstråle, S.G.* 1972. The distribution of some malacostracan crustacean in the Baltic Sea in relation to the temperature factor / Merentutkimuslaitoksen Julkaisu – 1972, No 37, Helsinki – P. 13-26.
10. *Zettler, M.L.* Benthologischer Arbeiten zur ökologischen Bewertung von Windenergie-Anlagen-Eignungsgebieten in der Ostsee. Endbericht für die Areale Kriegers Flak (KF) und Westlicher Adlergrund (WAG) / Inst. Ostseeforsch., Sect. Biol. Meeres. FKZ – 2003, Iss. 802-85-210, 54 pp.

Brief information about the authors

Antsulevich Alexander E., Dr. Sci. (Biol.)
Environmental specialist for Russia
Area of expertise: marine biology
Email: alexander.antsulevich@nord-stream2.com

Sendek Dmitry S., PhD (Biol.)
Leading scientist
Area of expertise: Ichthyology.

УДК 592

Н.В. Аладин, В.И. Гонтарь, Л.В. Жакова, И.С. Плотников, А.О. Смуров

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В ЗОНЕ КРИТИЧЕСКОЙ СОЛЁНОСТИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. дом 1
***E-mail: nikolai.aladin@zin.ru**

Соленость воды – один из ведущих абиотических факторов внешней среды. Диапазон океанической солености 5–8‰ или α-хорогалиникум является верхней границей распространения пресноводной фауны и нижней границей распространения морской фауны, является зоной их стыка, а также ядром солоноватых вод. Кроме этой барьерной солености известно еще несколько неравнозначных барьерных соленостей. Балтийское море в настоящее время является единственным морским водоемом, где α-хорогалиникум или зона критической солености занимает более половины его площади, что делает его непохожим на все остальные неполносоленые моря. Поэтому Балтику можно назвать критическим морем. Зона критической солености занята солоноватоводными экосистемами, которые наиболее бедны по числу видов.

Биоразнообразие этих экосистем по-своему уникально и нуждается в специальных мерах для его сохранения.

Ключевые слова: Балтийское море; критическая соленость; барьерные солености; биоразнообразие.

Соленость воды – один из ведущих абиотических факторов внешней среды, воздействующих на растительные и животные водные организмы. Еще в первой половине XX века немецкий зоолог А. Ремане обнаружил критическое воздействие диапазона океанической солености 5–8‰ на обитателей водоемов [7]. В дальнейшем основные положения теории критической солености сформулировал В.В. Хлебович [8]. Идеи А. Ремане и В.В. Хлебовича нашли продолжение в трудах О. Кинне, который, говоря о критической солености, сконцентрировал свое внимание на ее барьерной функции по отделению низко минерализованных вод от морских и предложил название хорогалиникум (от хорео – разделять) [4, 10]. На критический характер воздействия соленостного диапазона 5–8‰ на биоразнообразие также указывали другие исследователи [3, 7, 9].

Более 30 лет тому назад в рамках школы В.В. Хлебовича была сформулирована концепция относительности и множественности зон барьерных соленостей [1], включающая два основных положения:

1. Зоны барьерных соленостей, с одной стороны, относительны степени совершенства осморегуляторных способностей гидробионтов, а с другой относительны химическому составу вод.

2. Зон барьерных соленостей несколько, и по своей значимости они неравноценны.

Почему же столь важен критический диапазон солености 5–8‰ или α-хорогалиникум? Он является первой зоной барьерных соленостей, которая выполняет роль универсального барьера, при переходе через который меняется ряд существенных биологических свойств на разных уровнях биологической интеграции. Эта барьерная соленость является верхней границей распространения пресноводной фауны и нижней границей распространения морской фауны, является зоной стыка этих двух основных типов водной фауны, а также является ядром солоноватых вод [2, 6, 8].

Кроме барьерной солености 5–8‰ известно еще несколько неравнозначных барьерных соленостей [2, 5]: вторая или β-хорогалиникум 22–26‰, третья или γ-хорогалиникум 45–50‰. Еще одна барьерная соленость 0.5–2‰, или δ-хорогалиникум, является верхней границей распространения стеногалинных пресноводных видов.

Балтийское море в настоящее время является единственным морским водоемом, где зона критической солености или α-хорогалиникум занимает более половины его площади. Это делает его непохожим на все остальные неполносоленые моря нашей планеты. Поэтому Балтику можно назвать критическим морем.

Эта зона занимает собственно Балтийское море, Ботнический залив, район Аландских островов и Рижский залив. Эта пограничная зона занимает наибольшую площадь, порядка 62% от площади всей Балтики и охватывает наиболее глубокую ее часть. Соленость здесь варьирует в пределах 5–8‰, и обычно считается нормальной соленостью Балтийского моря. Зона критической солености или α-хорогалиникума занята солоноватоводными экосистемами,

которые наиболее бедны по числу видов. В них представлено около 700 видов рыб, свободноживущих беспозвоночных и растений (без учета бактерий, простейших и мелких многоклеточных), некоторые из которых являются потомками обитателей гляциального озера, существовавшего на месте современной Балтики во время ледникового периода. Хотя биоразнообразие этих солоноватоводных экосистем относительно низкое, оно чрезвычайно уникально и поэтому нуждается в специальных мерах для его сохранения. Второго водоема морского типа, подобного Балтике, на нашей планете нет. Некоторое сходство имеется только с гигантскими солоноватоводными озерами Каспием и бывшим Аралом.

ЛИТЕРАТУРА

Статьи из журналов и сборников:

1. *Аладин, Н. В.* Концепция относительности и множественности зон барьерных солностей // Журнал общей биологии. – 1988. – Т. 49, № 6. – С. 825–833.
2. *Аладин, Н. В., Плотников, И. С.* Концепция относительности и множественности зон барьерных солёностей и формы существования гидросферы // Труды Зоологического института РАН. – 2013. – Приложение № 3. – С. 7–21.
3. *Jansson, B.-O.* Ecosystem approach to the Baltic problem // Bull. Ecol. Res. Comm. NFR. – 1972. – № 16. – P. 1–82.
4. *Kinne, O.* The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature-salinity relations // Oceanogr. Mar. Biol. An Ann. Rev. – 1964. – 2. – P. 281–339.
5. *Plotnikov, I. S., Aladin, N. V.* Hybrid marine / lacustrine seas and saline lakes of the world // Lakes & Reservoirs: Research and Management. – 2011. – № 16. – P. 97-108.
6. *Remane, A.* Die Brackwasserfauna // Zool. Anz. – 1934. – Vol. 7 (Suppl.). – P. 34–74.
7. *Vuorinen, I., Hänninen, J., Rajasilta, M., Laine, P., Eklund, J., Montesino-Pouzols, F., Corona, F., Junker, K., Meier, H.E.M., Dippnerd, J.W.* Scenario simulations of future salinity and ecological consequences in the Baltic Sea and adjacent North Sea areas–implications for environmental monitoring // Ecological Indicators. – 2015. – № 50. –: P. 196–205.

Монографии:

8. *Хлебович, В. В.* Критическая соленость биологических процессов. – Л.: Наука, 1974. – 235 с.
9. *Ярвекюльг, А. А.* Донная фауна восточной части Балтийского моря. – Таллин: Валгус, 1979. – 382 с.
10. *Kinne, O.* (ed.) A Comprehensive, Integrated Treatise on Life in Oceans and Coastal waters I. Environmental Factors. Part 2. – New York-London-Sydney-Toronto: Wiley Interscience, 1971. – P. 683–1244.

Краткая информация об авторах

Аладин Николай Васильевич, д.б.н., профессор.
Главный научный сотрудник, руководитель группы солоноватоводной гидробиологии.

Специализация: изучение соленостных адаптаций водных беспозвоночных.
E-mail: nikolai.aladin@zin.ru

Гонтарь Валентина Ивановна, к.б.н.
Старший научный сотрудник группы солоноватоводной гидробиологии.
Специализация: изучение мшанок.
E-mail: valentina.gontar@zin.ru

Жакова Любовь Васильевна
Младший научный сотрудник группы солоноватоводной гидробиологии.
Специализация: гидроботаника.
E-mail: lubov.zhakova@zin.ru

Плотников Игорь Светозарович, к.б.н.
Старший научный сотрудник группы солоноватоводной гидробиологии.
Специализация: фауна беспозвоночных соленых озер.
E-mail: igor.plotnikov@zin.ru

Смуров Алексей Олегович, к.б.н.
Старший научный сотрудник группы солоноватоводной гидробиологии.
Специализация: изучение соленостных адаптаций водных беспозвоночных.
E-mail: alexey.smurov@zin.ru

N. V. Aladin*, V. I. Gontar, L. V. Zhakova, I. S. Plotnikov, A. O. Smurov

SYSTEMATIZATION OF THE BALTIC SEA BIODIVERSITY IN THE CRITICAL SALINITY ZONE

Zoological Institute Russian Academy of Sciences
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya nab. 1
***E-mail: nikolai.aladin@zin.ru**

Water salinity is one of the leading abiotic environmental factors. The range of oceanic salinity of 5–8‰ or α-horohalinicum is the upper limit of freshwater fauna distribution and the lower limit of marine fauna distribution, is the zone of their junction, as well as the core of brackish waters. In addition to this barrier salinity, several more unequal barrier salinities are known. The Baltic Sea is currently the only marine water body, where the α-horohalinicum or critical salinity zone covers more than half of its area making it unlike all other not fully saline seas. Therefore, the Baltic can be called the critical sea. The zone of critical salinity is occupied by brackish-water ecosystems, which are the poorest in the number of species. The biodiversity of these ecosystems is unique in its own way and needs special measures for its conservation.

Keywords: Baltic Sea; critical salinity; barrier salinities; biodiversity.

Water salinity is one of the leading abiotic environmental factors affecting plant and animal aquatic organisms. In the first half of the 20th century, the German zoologist A. Remane discovered a critical impact of the range of oceanic salinity of 5–8‰ on the inhabitants of water bodies [7]. Subsequently, the basic principles of the theory of critical salinity were formulated by V.V. Khlebovich [8]. Ideas of A. Remane and V.V. Khlebovich found a continuation in the works of O. Kinne, who, speaking of critical salinity, concentrated his attention on its barrier function of separating low mineralized water from marine water and proposed the name horohalinicum (from horeo – to divide) [4, 10]. Other researchers also pointed out the critical nature of the impact of the salinity range 5–8‰ on biodiversity [3, 7, 9].

More than 30 years ago within the school of V.V. Khlebovich was formulated the concept of relativity and plurality of barrier salinity zones [1], including two main points:

1. The barrier salinity zones, on the one hand, are relative to the degree of perfection of osmoregulatory capacities of hydrobionts, and on the other hand, are relative to the chemical composition of water.

2. There are several barrier salinity zones, and in their significance they are unequal.

Why the critical salinity range of 5–8 ‰ or α-horohalinicum is so important? It is the first zone of barrier salinities, which plays the role of universal barrier, during the transition through which a number of essential biological properties change at various levels of biological integration. This barrier salinity is the upper limit of the distribution of freshwater fauna and the lower limit of the distribution of marine fauna, is the zone of junction of these two main types of aquatic fauna, and is also the core of brackish waters [2, 6, 8].

In addition to the barrier salinity of 5–8‰, several other unequal barrier salinities are known [2, 5]: the second or β-horohalinicum 22–26‰, the third or γ-horohalinicum 45–50‰. Another barrier salinity of 0.5–2‰, or δ-horohalinicum, is the upper limit of distribution of stenohaline freshwater species.

The Baltic Sea is currently the only marine body of water, where the zone of critical salinity or α-horohalinicum occupies more than half of its area. This makes it unlike all the other not fully saline seas of our planet. Therefore, the Baltic can be called the critical sea.

This zone occupies the Baltic Sea itself, the Gulf of Bothnia, the Aland Islands region and the Gulf of Riga. This barrier zone occupies the largest area, about 62% of the total Baltic area, and covers the deepest part of it. Salinity here varies between 5–8‰, and is usually considered the normal salinity of the Baltic Sea. The zone of critical salinity or α-horohalinicum is occupied by brackish-water ecosystems, which are the poorest in the number of species. They represent about 700 species of fish, free-living invertebrates and plants (excluding bacteria, protozoans and tiny metazoans), some of which are descendants of the inhabitants of the glacial lake that existed in the place of the modern Baltic during the Ice Age. Although the biodiversity of these brackish-water ecosystems is relatively low, it is extremely unique and therefore needs special measures to preserve it. There is no second water reservoir of marine type on our planet like the Baltic. Some similarities exist only with the giant brackish-water lakes – the Caspian Sea and the former Aral Sea.

REFERENCES

Papers:

1. *Aladin, N. V.* The concept of relativity and plurality of barrier salinity zones // Zhurnal obshchey biologii. – 1988. – Vol. 49, № 6. – P. 825–833.
2. *Aladin, N. V., Plotnikov, I. S.* The concept of relativity and plurality of barrier salinity zones and forms of existence of the hydrosphere // Proceedings of Zoological Institute RAS. – 2013. – Supplement 3. – P. 7–21.
3. *Jansson, B.-O.* Ecosystem approach to the Baltic problem // Bull. Ecol. Res. Comm. NFR. – 1972. – № 16. – P. 1–82.
4. *Kinne, O.* The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature-salinity relations // Oceanogr. Mar. Biol. An Ann. Rev. – 1964. – 2. – P. 281–339.
5. *Plotnikov, I. S., Aladin, N. V.* Hybrid marine / lacustrine seas and saline lakes of the world // Lakes & Reservoirs: Research and Management. – 2011. – № 16. – P. 97-108.
6. *Remane, A.* Die Brackwasserfauna // Zool. Anz. – 1934. – Vol. 7 (Suppl.). – P. 34–74.
7. *Vuorinen, I., Hänninen, J., Rajasilta, M., Laine, P., Eklund, J., Montesino-Pouzols, F., Corona, F., Junker, K., Meier, H.E.M., Dippnerd, J.W.* Scenario simulations of future salinity and ecological consequences in the Baltic Sea and adjacent North Sea areas–implications for environmental monitoring // Ecological Indicators. – 2015. – № 50. –: P. 196–205.

Monographs:

8. *Khlebovich, V. V.* Kriticheskaya solenost' biologicheskikh protsessov. – Leningrad: Nauka, 1974. – 235 p.
9. *Järvekülg, A. A.* Donnaya fauna vostochnoy chasti Baltiyskogo morya. – Tallin: Valgus, 1979. – 382 p.
10. *Kinne, O.* (ed.) A Comprehensive, Integrated Treatise on Life in Oceans and Coastal waters I. Environmental Factors. Part 2. – New York-London-Sydney-Toronto: Wiley Interscience, 1971. – P. 683–1244.

Brief information about authors

Aladin N. V., DSc (Biol.), professor.
Chief scientist, head of group.
Area of expertise: salinity adaptation of aquatic invertebrates.
E-mail: nikolai.aladin@zin.ru

Gontar V. I., PhD (Biol.)
Senior researcher.
Area of expertise: bryozoanz.
E-mail: valentina.gontar@zin.ru

Zhakova L. V.
Junior researcher.

Area of expertise: hydrobotanic.
E-mail: lubov.zhakova@zin.ru

Plotnikov I. S., PhD (Biol.)
Senior researcher.
Area of expertise: invertebrate fauna of saline lakes.
E-mail: igor.plotnikov@zin.ru

Smurov A. O., PhD (Biol.)
Senior researcher.
Area of expertise: salinity adaptation of aquatic invertebrates.
E-mail: alexey.smurov@zin.ru

УДК: 574.5

Д.К. Алексеев

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный гидрометеорологический университет»
Россия, 192007, Россия, Санкт-Петербург, Воронежская улица, дом 79
***E-mail: dkalexeev@gmail.com**

На основе обобщения существующих подходов к оценке устойчивости и экологического благополучия водных объектов обоснован выбор моделей и методов для их количественной интегральной оценки. Выполнено построение интегрального показателя устойчивости морских акваторий и построена обучающая модель-классификация для расчета обобщенных индексов, позволяющих на интегральной основе классифицировать морские акватории по классам устойчивости и экологического благополучия. Апробация результатов показала, что исследуемая часть акватории относится к умеренно устойчивым экосистемам со средней степенью экологического благополучия.

Ключевые слова: интегральная оценка; экологический статус; порт Усть-Луга.

Одна из проблем, требующая оперативного решения при оценке качества окружающей среды, заключается в выборе критериев оценки экологического состояния, экологического статуса или нормы состояния природной среды [1].

Для этих целей предлагается выполнение интегральной оценки экологического благополучия и устойчивости морских экосистем, которые могут характеризовать экологический

статус водоема (водного объекта) в целом [2].

В общем виде построение интегрального показателя включает следующие этапы [3,4]. На первом этапе выполняется отбор *m* исходных критериев $X_1,...,X_m$, которые образуют группы показателей, отражающих различные параметры исследуемых свойств. На втором этапе для каждого критерия проводится нормирование показателей на основе разработанных нормирующих функций, учитывающих вид (прямая, обратная) и линейность (нелинейность) связи выбранного критерия с оцениваемым свойством. В результате нормирования получаются безразмерные показатели, названные выше «отдельными» $q_1, ..., q_m$, $0 \le q_i \le 1$. Каждый «отдельный» показатель q_i представляет собой результат нормирования показателей по нормирующим функциям, учитывающим вид связи (прямая, обратная) и ее нелинейность, является функцией исходной характеристики $q_i = q_i (x_i)$ и позволяет оценить исследуемое свойство с точки зрения *i*-го критерия. На третьем этапе вводится функция $Q(q) = Q(q_1,...,q_m)$, агрегирующая нормированные показатели $q_1,...,q_m$ в единый интегральный (сводный) показатель $Q = Q(q)$. На синтезирующую функцию, определяющую интегральный показатель, накладываются ограничения: $Q(0,...,0) = 0$; $Q(1,...,1) = 1$; $0 \le Q \le 1$.

Простейшей синтезирующей функцией, часто используемой в расчетах, является линейная функция вида: $Q = Q(q;w) = Q(q_1,...,q_m;w_1,...,w_m) = \sum_{i=1}^{m} q_i w_i$, где w_i – вес (приоритет) исходного критерия в общей оценке или вес «уровня» при многоуровневом оценивании. Таким образом реализуются многокритериальные и многоуровневые оценки одновременно. Такие оценки названы нами «интегральными оценками», а интегральный показатель последнего уровня свертки – «сводным показателем». Количество уровней и критериев формирует эмерджентный образ (модель-классификацию) исследуемого явления, процесса, системы, а интегральный (сводный) показатель представляет собой новую системообразующую характеристику системы или ее свойства.

На четвертом этапе выполняют моделирование весовых коэффициентов с использованием неполной, неточной и нечисловой информации. В самом простом случае, при равенстве весов исходных параметров, вес определяется простой формулой $p_i = 1/n$. На заключительном этапе переходят к интегральной оценке $Q(q;I)=MQ(q;I)$ и оценке точности расчетов.

В качестве исходных признаков оценивания использовались данные об интегральном индексе загрязнения вод (ИЗВ), данные о степени загрязнения донных отложений согласно Региональному нормативу «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» и классы качества и степень загрязнения морских донных осадков на основе данных о численности мейобентоса.

Обладая рядом преимуществ перед макробентосом, мелкая донная фауна является удобным объектом для мониторинговых исследований [5]. В числе этих преимуществ: высокая плотность поселений позволяет получить статистически значимую информацию. Большое таксономическое разнообразие позволяет сделать заключение об изменении его компонентного состава в экосистемах, подвергающихся загрязнению. Мейобентосные животные не имеют планктонных личинок, и на протяжении многих поколений последовательно подвергаются воздействию локальных поллютантов, накапливающихся в осадке. Короткий жизненный цикл и быстрый рост позволяет быстрее отвечать на внешние воздействия. Мейофауна гораздо быстрее, чем макрофауна, реагирует на загрязнения тяжелыми металлами и на радиоактивные загрязнения [6,7]. Она относительно мало чувствительны к механическим нарушениям и

дестабилизации грунта. Среди мейобентосных животных имеются наиболее чувствительные группы, имеющие большое индикаторное значение: это низшие ракообразные - гарпактициды и остракоды.

Предложена шкала классификации для оценки экологического состояния морских донных осадков на основе анализа частотного распределения кумулятивной численности мейобентосных организмов, состоящая из пяти классов качества: 1 – очень чистые, 2 – чистые, 3 – загрязненные, 4 – грязные, 5- очень грязные. Согласно данной шкале морские донные осадки Балтийского моря характеризуются как очень грязные и грязные.

На основе данных о численности мейобентоса, индекса качества вод (ИЗВ) и концентрации загрязняющих веществ в донных осадках разработана шкала классификации морских донных экосистем по степени их устойчивости: I – неусточивые, II – слабоустойчивые, III - умеренно-усточивые, IV - среднеустойчивые, V – высокоусточивые.I – неусточивые, II – слабоустойчивые, III - умеренно-усточивые, IV - среднеустойчивые, V – высокоусточивые. Очевидно, что согласно правилам построенной классификации, классы устойчивости будут совпадать с классами экологического благополучия: I – очень низкое, II – низкое, III - среднее, IV - выше среднего, V – высокое.

Апробация разработанной выше классификации проводилась на материале, собранном в районе контейнерного терминала в порту Усть-Луга в 2013 году. Установлено, что согласно разработанной шкале и величине интегрального индекса, донные экосистемы юго-восточной части Финского характеризуются умеренной степенью устойчивости или средним уровнем экологического благополучия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А.* Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: новые горизонты// Метеорологический вестник. – 2017. Т. 9. № 2. – С. 1-8.
2. *Гальцова В.В., Алексеев Д.К., Дмитриев В.В.* Многокритериальная оценка экологического состояния шельфовой зоны арктических морей России// Географические и геоэкологические аспекты развития природы и общества. – Санкт-Петербург: СПбГУ, – 2008. – С. 242-251.
3. *Примак Е.А., Дмитриев В.В.* Оценка устойчивости водоемов европейского севера к изменению параметров естественного и антропогенного режимов// Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований материалы Юбилейной конференции, посвященной 15-летию ИВПС. - Карельский научный центр РАН, Институт водных проблем Севера, Карельское отделение Русского географического общества. 2006. – С. 408-417.
4. *Дмитриев В.В., Огурцов А.Н., Васильев В.Ю., Третьяков В.Ю.* Многокритериальная оценка экологического состояния и устойчивости геосистем на основе методы сводных показателей. IV. Токсического загрязнение воды и грунтов// Вестник Санкт-Петербургскогоуниверситета. Серия 7. Геология. География. – 1999. – № 1. – С. 40-53.
5. *Galtsova V.V., Alexeev D.K.* Meiobenthos of Baltic Sea and its usage in monitoring studies// День Балтийского моря. Сборник материалов. – 2009. – С. 467.

6. *Alexeev D.K., Galtsova V.V.* Benthic communities of Russian arctic seas under radioactive pollution condition// International Conference on Radioecology & Environmental Radioactivity. Proceedings Posters. Edited by Per Strand, Justin Brown and Torun Jolle. – 2008. С. 1-4.
7. *Galtsova V., Alexeev D.* Benthic communities of Russian arctic seas under radioactive pollution condition// Radioprotection. – 2009. Т. 44. № 5. – С. 713-718.

Краткая информация об авторе
Алексеев Денис Константинович, к.г.н**., доцент**
Заведующий кафедрой прикладной и системной экологии
Специализация: экологический мониторинг, экологическое нормирование
E-mail: dkalexeev@gmail.com

D.K. Alexeev

ASSESSMENT OF ECOSYSTEMS HEALTH AND SUSTAINABILITY OF THE GULF OF FINLAND

Russian State Hydrometeorological University
79, Voronegskaya Str., St.Petersburg, Russia, 192007.
***E-mail: dkalexeev@gmail.com**

On the basis of the synthesis of existing approaches to assessing the sustainability and ecosystem health, the choice of models and methods for their quantitative integral assessment is justified. An integral indicator of the sustainability of marine ecosystem and an educational model-classification was development to calculate integral indices, which allow to classify marine areas according to the classes of sustainability and ecosystem health. Approbation of this method showed that the studied part of the water area is characterized as moderately stable with medium level of ecosystem health.

***Keywords**:* water quality, integral assessment, ecological status.

One of the challenges that require immediate decision in environment quality assessment is criterion selection for estimation of the ecological state, status or ambient quality standard [1].

To solve this problem, it is proposed to use the method of integral assessment of the sustainability and health of marine ecosystems, which can characterize the ecological status of the aquatic ecosystems a whole [2].

Generally the construction of the integral index includes the following steps [3,4]. First, choose *m* baseline criteria $X_1, ..., X_m$, which produce groups of indicators reflecting various parameters of research properties. Second, the indicators are normalized for each criterion. It based on special developed normalizing functions taking into account the type and linearity of connection between chosen criterion and assessment property. As a result of normalizing dimensionless indicators $q_1, ...,$

q_m , $0 \leq q_i \leq 1$ are obtained. Every indicator q_i is a function $q_i = q_i (x_i)$ and allows to evaluate *i* criteria. Third, we suggest function $Q(q) = Q(q_1,...,q_m)$, which aggregate normalized indicators $q_1,...,q_m$ as an integral (composite) indicator. The synthesizing function has limitations: $Q(0,...,0) = 0$; $Q(1,...,1) = 1$; $0 \leq Q \leq 1$.

The simplest synthesizing function often used in calculations is a linear function $Q = Q(q;w) = Q(q_1,...,q_m;w_1,...,w_m) = \sum_{i=1} q_i w_i$, as w_i – priority of original indicator in general assessment or multilevel evaluation. It allows implementing multicriterion and multilevel evaluation in parallel. We call such evaluation as integral assessment, and integral indicator. Number of levels and criteria forms model of research process, and integral indicator is a new system-forming characteristic of the system or its properties.

At the fourth stage modeling of weight coefficients with use of incomplete, inaccurate and non-numerical information are performed. If the weights of the initial parameters are equal, the weight is determined by the expression $p_i = 1/n$. Finally, integral assessment $Q(q;I)=MQ(q;I)$ and the accuracy of the calculations are obtained.

The research study was done on the data on the integral index of water pollution (WPI), on the degree of pollution of bottom sediments according to Norms and criteria for assessing the contamination of bottom sediments in water bodies of St. Petersburg (Approved. Chief State Sanitary Doctor for St. Petersburg on 1996, June 17 and the Committee for Environmental Protection and Natural Resources of St. Petersburg and the Leningrad Region on 1996, June 22) and on the quality characteristics of meiobenthos.

Having a number of advantages over macrobenthos, the small bottom fauna is a convenient object for monitoring studies [5]. Among these advantages: high density allows to obtain statistically significant information, large taxonomic diversity allows to make a conclusion about the change in its composition in ecosystems exposed to pollution. Meyobenthic animals do not have planktonic larvae, and for many generations they are consistently exposed to local pollutants accumulating in the sediment. Short life cycle and fast growth allows you to respond faster to external influences. Meiofauna much faster than macro fauna responds to heavy metal pollution and radioactive contamination [6, 7]. It is relatively little sensitive to mechanical disturbances and destabilization of the sediments. Among meiobenthic animals there are the most sensitive groups that have a large indicator value.

To estimate the ecological status of marine bottom sediments a classification scale was done on the basis on an analysis of the frequency distribution of the cumulative number of meiobenthic organisms. This scale includes five quality classes: 1 - very clean, 2 - clean, 3 - polluted, 4 - dirty, 5- very dirty. According to this scale, the bottom sediments of the Baltic Sea are characterized as very dirty and dirty.

Based on data on meiobenthos abundance, water quality index (WPI) and pollutant concentrations in bottom sediments, a classification scale for marine bottom ecosystems was developed according to the degree of their sustainability: I - unstable, II - poorly resistant, III - moderately resistant, IV – medium resistant, V - highly resistant. Obviously, according to the rules of the constructed classification, the sustainability classes will coincide with the classes of ecosystem health: I - very low, II - low, III - medium, IV - above average, V - high.

Testing of the classification developed above was carried out on material collected in the area of the container terminal in the port of Ust-Luga in 2013. It has been established that according to the developed scale and the size of the integral index, the bottom ecosystems of the south-eastern part

of the Gulf of Finland are characterized by a moderate degree of sustainability or a medium level of ecosystem health.

REFERENCES

1. *Alexeev D.K., Zueva N.V., Rozenkova I.V., Urusova E.S., SHelutko V.A.* Ekologicheskie i gidrometeorologicheskie problemy bol'shih gorodov i promyshlennyh zon: novye gorizonty// Meteorologicheskij vestnik. – 2017. T. 9. № 2. – S. 1-8. (in Russian).
2. *Gal'cova V.V., Alekseev D.K., Dmitriev V.V.* Mnogokriterial'naya ocenka ehkologicheskogo sostoyaniya shel'fovoj zony arkticheskih morej Rossii// Geograficheskie i geoehkologicheskie aspekty razvitiya prirody i obshchestva. – Sankt-Peterburg: SPbGU, – 2008. – S. 242-251. (in Russian).
3. *Primak E.A., Dmitriev V.V.* Ocenka ustojchivosti vodoemov evropejskogo severa k izmeneniyu parametrov estestvennogo i antropogennogo rezhimov// Vodnye resursy Evropejskogo Severa Rossii: itogi i perspektivy issledovanij materialy YUbilejnoj konferencii, posvyashchennoj 15-letiyu IVPS. - Karel'skij nauchnyj centr RAN, Institut vodnyh problem Severa, Karel'skoe otdelenie Russkogo geograficheskogo obshchestva. 2006. – S. 408-417. (in Russian).
4. *Dmitriev V.V., Ogurcov A.N., Vasil'ev* V.YU., Tret'yakov V.YU. Mnogokriterial'naya ocenka ehkologicheskogo sostoyaniya i ustojchivosti geosistem na osnove metody svodnyh pokazatelej. IV. Toksicheskogo zagryaznenie vody i gruntov// Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 7. Geologiya. Geografiya. – 1999. – № 1. – S. 40-53. (in Russian).
5. *Galtsova V.V., Alexeev D.K.* Meiobenthos of Baltic Sea and its usage in monitoring studies// День Балтийского моря. Сборник материалов. – 2009. – С. 467.
6. *Alexeev D.K., Galtsova V.V.* Benthic communities of Russian arctic seas under radioactive pollution condition// International Conference on Radioecology & Environmental Radioactivity. Proceedings Posters. Edited by Per Strand, Justin Brown and Torun Jolle. – 2008. C. 1-4.
7. *Galtsova V., Alexeev D.* Benthic communities of Russian arctic seas under radioactive pollution condition// Radioprotection. – 2009. T. 44. № 5. – C. 713-718.

Information about the authors

Denis K. Alexeev, PhD., associate professor
Head of Department of Applied and Systems Ecology
Area of expertise: ecological monitoring, marine ecology
E-mail: dkalexeev@gmail.com

УДК 574.34

П.Р. Батова, Э.М. Зайнагутдинова, С.А. Коузов

СОСЕДСТВО МИГРАЦИОННЫХ СТОЯНОК ЛЕБЕДЕЙ С ИНФРАСТРУКТУРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ НА ФИНСКОМ ЗАЛИВЕ

Санкт-Петербургский государственный университет
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная 7–9
E-mail: st063431@student.spbu.ru

Финский залив находится на трассе интенсивного пролета птиц, следующих Беломоро-Балтийским пролетным путем. При этом большинство миграционных остановок лебедей в настоящее время соседствует с крупными инфраструктурными объектами, находящимися на берегу Финского залива. В сравнении со второй половиной XX столетия численность лебедей на миграционных остановках снизилась. Это может быть связано со строительными работами на берегу и акватории залива, а также с взмучиванием воды при проведении этих работ.

Ключевые слова: миграции птиц; природные сообщества; ООПТ; мутность воды; порты; водные растения.

На побережье Финского залива идет непрерывное развитие промышленного освоения территории, а с 2000х гг. этот процесс ведется особенно интенсивно. Так, в XXI веке появились порты Усть-Луга (2001 г.) и Бронка (2011 г.), расширили свои территории Морской порт Санкт-Петербург, порты Приморск и Выборгский. К тому же на побережье производились крупные стройки: Лахта-Центр (2012 г.), Газпром Арена (2007 г.), Западный скоростной диаметр (2005 г.), в процессе строительства находятся район Морской Фасад (2006 г.), газопровод Северный Поток – 2 (2018 г.).

При этом Финский залив находится на трассе интенсивного пролета птиц, следующих Беломоро-Балтийским пролетным путем, его уникальные природные комплексы имеют огромное значение как для птиц, совершающих сезонные миграции, а также для гнездящихся на заливе видов.

Три вида лебедей можно встретить в период миграции на Финском заливе: лебедь-шипун *Cygnus olor*, лебедь-кликун *C. cygnus* и малый лебедь *C. bewickii*. Для лебедя-шипуна с 1990-х годов регистрируется регулярное гнездование на побережье Кургальского п-ва [10, 11], а в последние десятилетия гнездовые участки распространяются все ближе к Санкт-Петербургу – весной 2017 г. на о. Котлин зафиксировано 2 случая гнездования шипунов [16]. Лебедь-кликун относится к числу обычных пролетных видов, его гнездование на побережье Финского залива не зарегистрировано. Малый лебедь встречается исключительно как пролетный вид, к тому же он занесен в Красную книгу РФ и численность европейской популяции вида неуклонно сокращается в последние десятилетия [8]. В период весенних и осенних миграций лебеди совершают остановки на акватории Финского залива. При этом большинство стоянок являются кормовыми участками для пополнения энергетических запасов при перелете, это является важным для эффективного продолжения миграции и успешного размножения, а это оказывает

влияние на общую численность популяции. [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Наличие пригодных для остановки территорий на побережье можно считать одним из необходимых условий стабильности численности популяции.

Весной 2018 г. были проведены учеты лебедей на основных миграционных стоянках. Относительно крупные стаи встречены на Кургальском п-ве (35 малых лебедей, 43 лебедя-кликуна, 40 лебедей-шипунов), в заказнике «Лебяжий» (17 малых лебедей, 86 лебедей-кликунов, 2 лебедя-шипуна), в заказнике «Северное побережье Невской губы» (103 малых лебедя, 13 лебедей-кликунов, 2 лебедя-шипуна), на о. Котлин (6 малых лебедей, 8 лебедей-кликунов, 2 лебедя-шипуна). Единичные особи встречены в Бронке (4 малых лебедя), Мартышкино (2 малых лебедя), Сергиевке (5 малых лебедей и 2 лебедя-шипуна), Стрельне (2 лебедя-шипуна), Лахте (2 неопределенных до вида лебедя), Приморске (5 малых лебедей) и в Выборгском заливе (2 лебедя-кликуна и 2 лебедя-шипуна), у Березовых островов (5 малых лебедей). В Копорской губе также встречены либо единичные особи: Систо-Палкино (2 лебедя-шипуна), Кандикюля (2 лебедя-шипуна), Шепелево (2 лебедя-шипуна), Черная Лахта (2 лебедя-шипуна); либо не встречено лебедей вообще (Колганпя, Керново, бухта Батарейная). Также лебеди не встречены в Лужской губе (устье р. Луга), Кронштадтской колонии, Петродворце, Ольгино, Тарховке.

В 1970-80-х годах отмечались крупные стоянки лебедей-кликунов у Керново, Лебяжьего и на мелководьях Выборгского залива. Также большая стоянка была зарегистрирована на территории Санкт-Петербурга – в устье Невы у Лахты и Крестовской отмели (в 1975 г. до 300-400 птиц). Для малых лебедей помимо остановок в области, в 1975 г. [13] в черте города в устье р. Смоленки у Васильевского о-ва зафиксирована стоянка в 2000 птиц, столько же было в 1990 г. совместно с кликунами.

На миграционных остановках в Ленинградской области заметно значительное снижение численности стай, при сравнении с данными последних десятилетий. У порта Бронка в 2003 г. отмечена стая лебедей-кликунов в 800 особей [14]; в 2012 году в Стрельне – крупные стаи малых лебедей (96 особей) и лебедей-кликунов (270 особей) [15]; в 1996 г. на территории Выборгского залива – также крупные стаи малых лебедей (953 особи) и лебедей-кликунов (101 особь) [14].

Колебания численности птиц на миграционных стоянках могут быть связаны с особенностями года, так как в зависимости от хода весны и особенностей схода льда лебеди могут выбирать разные стратегии миграции и пропускать некоторые остановки. Весна 2018 г. была поздней, полное освобождение акватории ото льда произошло в третьей декаде апреля и стоянки лебедей в этот сезон стали формироваться в то же время.

Однако стоит обратить внимание, что большинство стоянок соседствует с крупными инфраструктурными объектами. В период интенсивного строительства часто наблюдается взмучивание воды на ближайшей акватории. Так как большинство районов Финского залива (особенно Невская губа) очень мелководны, то замутнение воды происходит интенсивно и распространяется на соседние территории. По анализу космоснимков облако взмучивания накрыло такие территории, как:

- КОТР «Северо-Западные пригороды Санкт-Петербурга», участки: Крестовский о-в, Лахта,
- Заказник «Северное побережье Невской губы»,
- Заказник «Южное побережье Невской губы», участок «Кронштадтская колония».

Повышение мутности воды может влиять на всю водную экосистему в целом, и в первую очередь – на водную растительность. При этом состояние водных растений может сказываться на состоянии: беспозвоночных; рыб (особенно мальков), так как могут быть нарушены места обитания молоди рыб; птиц, питающихся водными растениями (лебеди, свиязи, другие речные утки), беспозвоночными (морские утки), рыбой (чомги, чайки, крохали). В 2018 г. мы также проводили геоботанические исследования водной растительности на самых важных местах остановок лебедей. На большинстве мест остановок лебедей мы обнаружили рдест гребенчатый *Potamogeton pectinatus* (Восточное побережье Кургальского п-ва, заказник «Лебяжий», порт Бронка, парк Сергиевка, заказник «Северное побережье Невской губы»). Клубнями этого растения лебеди часто питаются во время миграций [2, 6, 13, 7], поэтому изменение состояния кормовых угодий может повлиять на количество птиц, останавливающихся на Финском заливе во время миграций.

Мы видим, что численность лебедей за последние десятилетия снижается в местах интенсивных строительных работ в Кронштадтской колонии, Бронке, Лахте. Исчезли миграционные стоянки у Крестовской отмели и у Васильевского о-ва. Это может быть связано с ухудшением качества воды, влияющим на состояние водных растений, являющихся кормом для лебедей. В тоже время при прекращении дноуглубительных работ и восстановлении прозрачности воды наблюдается восстановление численности лебедей на стоянках в отдельных местах. Так в 2009 г. при проведении намыва Морского фасада Санкт-Петербурга в районе Лисьего Носа максимальная единовременная численность лебедя-кликуна весной была всего 18 птиц, тундрового лебедя – 20 птиц [12]. В 2012 г. через 2 года после окончания намывных работ весенняя стоянка тундровых лебедей насчитывала 460 птиц в третьей декаде апреля [15]. Фенологические условия этих лет были достаточно сходны. Поэтому при проведении строительных работ на побережье Финского залива, особенно в Невской губе, необходимо оценивать фактор воздействия взмучивания на соседние природные территории, чтобы сохранить биоразнообразие уникальных природных комплексов нашего региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Beekman J. H., van Eerden M. R., Dirksen S.* Bewick's swans (Cygnus columbianus bewickii) utilizing the changing resource of Potamogeton pectinatus during autumn in the Netherlands // Wildfowl Special Supplement. – 1991. – Vol. 1. – P. 238–248.
2. *Hidding B., Bakker E. S., Keuper F., de Boer T., de Vries P. P., Nolet B. A.* Differences in tolerance of pondweeds and charophytes to vertebrate herbivores in a shallow Baltic estuary // Aquatic Botany. – 2010. – Vol. 93. – P. 123 – 128.
3. *Klaassen M., Nolet B. A.* The role of herbivorous water birds in aquatic systems through interactions with aquatic macrophytes, with special reference to the Bewick's swan – Fennel pondweed system. // Hydrobiologia. – 2007. – Vol. 584. – P. 205–213.
4. *Klaassen R. H. G., Nolet B. A.* Persistence of spatial variance and spatial pattern in the abundance of a submerged plant. // Ecology. – 2008. – Vol. 89 (11). – P. 2973–2979.
5. *Nolet B. A., Drent R. H.* Bewick's swans refuelling on pondweed tubers in the Dvina Bay (White Sea) during their spring migration: first come, first served. // Journal of Avian Biology. – 1998. – Vol. 29. – P. 574–581.

6. *Nolet B. A., Gyimesi A.* Underuse of stopover site by migratory swans. // Journal of ornithology. – 2013. – Vol. 154. – P. 695–703.
7. *Rees E. C.* Distribution within the USSR of Bewick's Swans Cygnus columbianus bewickii marked in Britain. // Wildfowl Supplement. – 1991a. – Vol. 1. – P. 209–213.
8. *Rees E. C., Beekman J. H.* NW European Bewick's Swans: a population in decline. // British Birds. – 2010. – Vol. 103. – P. 640–650.
9. *Rees E. C., Bowler J. M.* Feeding activities of Bewick's Swans Cygnus Columbianus bewickii at a migratory site in the Estonian SSR. // Wildfowl Supplement. – 1991b. – Vol. 1. – P. 249–255.
10. *Коузов* С. А. Адаптации к открытым морским мелководьям у лебедей-шипунов, гнездящихся на Кургальском полуострове (восточная часть Финского залива) // Гусеобразные Северной Евразии: Материалы 3-го Международ. симп. – 2005. – СПб: 124.
11. *Коузов* С. А. Особенности биологии лебедя-шипуна и серого гуся на Кургальском полуострове // М.: Изд-во МГУ, – №12-2. – 2009 – С. 85–113.
12. *Коузов* С. А., Кравчук А. В. Миграционные скопления водно-болотных птиц на северном побережье Невской губы и плавнях острова Котлин весной 2009 года // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменения на Северо-Западе России. *Носков Г. А., Гагинская* А. Р. (*ред*). – Вып. 8. – СПб: ООО «Изд-во «Тускарора»», – 2010. – 89–93
13. *Мальчевский* А. С., *Пукинский* Ю. Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана. – Т. 1.– Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 480 с.
14. *Носков Г. А., Рымкевич* Т. А., *Гагинская* А. Р. (ред) Миграции птиц Северо-Запада России. Неворобьиные. – СПб: АНО ЛА «Профессионал». – 2016. – 641 с.
15. *Рымкевич* Т. А., Носков Г. А., *Коузов* С. А., Уфимцева А. А., *Зайнагутдинова* Э. М., Стариков Д. А., Рычкова А. Л., *Иовченко* Н. П. Результаты синхронных учетов мигрирующих птиц в Невской губе и на прилежащих акваториях весной 2012 года // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений на Северо-Западе России. *Носков Г. А., Рымкевич* Т. А., *Гагинская* А. Р. (*ред*). Вып. 9. – СПб: ООО «Изд-во «Тускарора»», – 2012. – С. 70–86.
16. *Федоров В. А.* О гнездовании лебедя-шипуна Cygnus olor в пределах Санкт-Петербурга. // Русский орнитологический журнал. – 2018. – Т. 27. Экспресс-выпуск 1570. – С. 840–846.

Краткая информация об авторах

Зайнагутдинова Эльмира Мидхатовна, к.б.н., ассистент кафедры зоологии позвоночных биологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, научные интересы: орнитология, охрана природы, экология и поведение птиц, e.zainagutdinova@spbu.ru

Батова Полина Романовна, студент кафедры зоологии позвоночных
st063431@student.spbu.ru, +7 (900) 625-49-53

Коузов Сергей Александрович, научный сотрудник прикладной экологии биологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, научные интересы: орнитология, охрана природы, экология и поведение птиц, skouzov@mail.ru

P.R. Batova, E.M. Zaynagutdinova, S.A. Kouzov

THE NEIGHBOURHOOD OF SWANS MIGRATION STOPOVERS WITH INFRASTRUCTURE FACILITIES ON THE GULF OF FINLAND

St. Petersburg State University
Russia, 199034, St. Petersburg, University Embankment 7–9
E-mail: st063431@student.spbu.ru

The Gulf of Finland is situated on the route of intensive flight of birds following the White Sea-Baltic flyway. At the same time, the majority of migration stops of swans are currently adjacent to large infrastructure facilities located on the coast of the Gulf of Finland. Compared to the second half of the twentieth century, the number of swans at migration stops has decreased. This may be associated with construction work on the shore and the water area of the gulf, as well as the water turbidity during these works.

Keywords: bird migrations; natural communities; protected areas; water turbidity; ports; aquatic plants.

On the coast of the Gulf of Finland, continuous industrial development of the territory takes place. This process is especially intensive since the 2000s. Thus, in the 21st century, the ports of Ust-Luga (2001) and Bronka (2011) appeared, the seaports of St. Petersburg, the ports of Primorsk and Vyborg, expanded their territories. In addition, major construction projects were carried out on the coast: Lakhta Center (2012), Gazprom Arena (2007), West High-Speed Diameter (2005), the Sea Facade area (2006). The Nord Stream 2 gas pipeline is under construction now.

At the same time, the Gulf of Finland is located on the route of intensive flight of birds following the White Sea-Baltic flyway, its unique natural complexes are of great importance both for birds making seasonal migrations and also for species nesting on the bay. Three species of swans could be found in the period of migration on the Gulf of Finland. They are the Mute swan *Cygnus olor*, the Whooper swan *C. cygnus* and the Bewick's swan *C. bewickii.* Since the 1990s, the Mute swan regularly breeds on the coast of the Kurgalsky Peninsula [10, 11]. In recent decades, breeding areas spread closer to St. Petersburg. In 2017 on the island of Kotlin, two nests of the species were found [16].

The Whooper swan is one of the common migratory species. It's nesting on the coast of the Gulf of Finland was not registered. The Bewick's swan is exclusively a transit species. Moreover, it is listed in the Red Book of the Russian Federation and the European population of the species has declined steadily in recent decades [8]. During the period of spring and autumn migrations, the swans have stops on the shallow waters of the Gulf of Finland. At the same time, the majority of sites serve

as feeding areas for replenishing energy reserves during the flight, this is important for the effective continuation of migration and successful reproduction, and this affects the total population size [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. The presence of territories suitable for migration stopovers can be considered one of the necessary conditions for the stability of the population size.

In the spring of 2018, swans were counted at the main migration sites. Relatively large flocks were encountered on the Kurgalsky Peninsula (35 Bewick's swans, 43 Whooper swans, and 40 Whooper swans), in the Lebyazhiy reserve (17 Bewick's swans, 86 Whooper swans, and 2 Mute swans), in the Northern coast of the Neva Bay reserve (103 Bewick's swans, 13 Whooper swans, and 2 Mute swans), near the Island of Kotlin (6 small swans, 8 whooper swans, 2 mute swans). Individuals were encountered in Bronk (4 Bewick's swans), Martyshkino (2 Bewick's swans), Sergievka (5 Bewick's swans and 2 Mute spines), Strel'na (2 Mute swans), Lakhta (2 swans), Primorsk (5 Bewick's swans) and in the Vyborg gulf (2 Whooper swans and 2 Mute swans), at the Berezovyje Islands (5 Bewick's swans). Swans were found in the Koporsky Bay: Sisto-Palkino (2 Mute swans), Kandikyulya (2 Mute swans), Shepelevo (2 Mute swans), Black Lakhta (2 Mute swans). There were no swans at all at Kolganpya, Kernovo, and Battareinaja Bay. Also, the swans were not found in the Luga Bay (the mouth of the Luga River), the Kronstadt colony, Petrodvorets, Olgino, and Tarkhovka.

In the 1970s and 1980s, large flocks of the Whooper swans near Kernovo, Lebyazhye and in the shallow waters of the Vyborg Bay were observed. Also, large flocks were registered on the territory of St. Petersburg at the mouth of the Neva River, at Lakhta and Krestovskiy Island (in 1975 up to 300-400 birds). In 1975, 2000 Bewick's swans stopped at the mouth of the river Smolenka at Vasilievsky Island [13]. In 1990, the same amount of Bewick's swans and Whooper swans was observed at the same place. In recent decades, a noticeable significant decrease in the number of flocks is observed in the Leningrad region. In 2003, a flock of Whooper swans of 800 individuals [14] was marked at Bronka; in 2012 in Strel'na large flocks of Bewick's swans (96 individuals) and Whooper swans (270 individuals) [15]; in 1996, large flocks of Bewick's swans (953 individuals) and Whooper swans (101 individuals) were also in the territory of Vyborg Bay [14]. Fluctuations in the number of birds at migration sites may be associated with the characteristics of the year, spring weather and ice melt. Swans can choose different migration strategies and skip some stops. The spring of 2018 was late, the complete ice melt occurred in the third decade of April, and the swan stopovers began to form this season at the same time.

However, it is worth noting that most of the sites are adjacent to large infrastructure facilities. During the period of intensive construction, water turbidity is often high in the nearest area. Since most areas of the Gulf of Finland (especially the Neva Bay) are very shallow, the turbidity of the water spreads to neighbouring territories. According to the analysis of space images, a cloud of turbulence covered such areas as Krestovsky Island, Lakhta, Northern Coast of the Neva Bay Reserve, Northern Coast of the Neva Bay Reserve. Increased water turbidity can affect the entire aquatic ecosystem as a whole. In this case, the state of aquatic plants can affect the state of invertebrates, fish, and birds. In 2018, we also carried out geobotanical studies of aquatic vegetation at the most important places where swans stopped. At most of the swan stops, we found the Fennel pondweed *Potamogeton pectinatus* (East coast of the Kurgalsky Peninsula, Lebyazhiy reserve, Port Bronka, Sergievka, North Coast of the Neva Bay). Swans during migrations often feed on tubers of this plant [2, 6, 13, 7], therefore a change in the state of forage areas can affect the number of birds stopping on the Gulf of Finland during migrations.

We see that the number of swans over the past decades has been declining in places of intensive construction work in the Kronstadt colony, Bronka, and Lakhta. Migration stopovers near Krestovsky shallows and Vasilyevsky Island have disappeared. This may be due to the deterioration of water quality, affecting the condition of aquatic plants. At the same time, with the restoration of water transparency, there is a recovery in the number of swans at stopovers in certain places. So in 2009, when the Sea Facade of St. Petersburg was constructed in the area of Lisiy Nos the maximum one-time number of Whooper swan in spring was only 18 birds, and the number of Bewick's swans was 20 birds [12]. In 2012, two years after the completion of construction work, the spring Bewick's swans numbered 460 birds in the third decade of April [15]. The phenological conditions of these years were quite similar. Therefore, when carrying out construction work on the coast of the Gulf of Finland, especially in the Neva Bay, it is necessary to assess the impact of turbidity on neighbouring natural areas in order to preserve the biodiversity of the unique natural complexes of our region.

REFERENCES

1. *Beekman J. H., van Eerden M. R., Dirksen S.* Bewick's swans (Cygnus columbianus bewickii) utilizing the changing resource of Potamogeton pectinatus during autumn in the Netherlands // Wildfowl Special Supplement. – 1991. – Vol. 1. – P. 238–248.
2. *Hidding B., Bakker E. S., Keuper F., de Boer T., de Vries P. P., Nolet B. A.* Differences in tolerance of pondweeds and charophytes to vertebrate herbivores in a shallow Baltic estuary // Aquatic Botany. – 2010. – Vol. 93. – P. 123 – 128.
3. *Klaassen M., Nolet B. A.* The role of herbivorous water birds in aquatic systems through interactions with aquatic macrophytes, with special reference to the Bewick's swan – Fennel pondweed system. // Hydrobiologia. – 2007. – Vol. 584. – P. 205–213.
4. *Klaassen R. H. G., Nolet B. A.* Persistence of spatial variance and spatial pattern in the abundance of a submerged plant. // Ecology. – 2008. – Vol. 89 (11). – P. 2973–2979.
5. *Nolet B. A., Drent R. H.* Bewick's swans refuelling on pondweed tubers in the Dvina Bay (White Sea) during their spring migration: first come, first served. // Journal of Avian Biology. – 1998. – Vol. 29. – P. 574–581.
6. *Nolet B. A., Gyimesi A.* Underuse of stopover site by migratory swans. // Journal of ornithology. – 2013. – Vol. 154. – P. 695–703.
7. *Rees E. C.* Distribution within the USSR of Bewick's Swans Cygnus columbianus bewickii marked in Britain. // Wildfowl Supplement. – 1991a. – Vol. 1. – P. 209–213.
8. *Rees E. C., Beekman J. H.* NW European Bewick's Swans: a population in decline. // British Birds. – 2010. – Vol. 103. – P. 640–650.
9. *Rees E. C., Bowler J. M.* Feeding activities of Bewick's Swans Cygnus Columbianus bewickii at a migratory site in the Estonian SSR. // Wildfowl Supplement. – 1991b. – Vol. 1. – P. 249–255.
10. *Коузов* С. А. Адаптации к открытым морским мелководьям у лебедей-шипунов, гнездящихся на Кургальском полуострове (восточная часть Финского залива) // Гусеобразные Северной Евразии: Материалы 3-го Международ. симп. – 2005. – СПб: 124.
11. *Коузов* С. А. Особенности биологии лебедя-шипуна и серого гуся на Кургальском полуострове // М.: Изд-во МГУ, – №12-2. – 2009 – С. 85–113.

12. *Коузов* С. А., Кравчук А. В. Миграционные скопления водно-болотных птиц на северном побережье Невской губы и плавнях острова Котлин весной 2009 года // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменения на Северо-Западе России. *Носков Г. А., Гагинская* А. Р. (*ред*). – Вып. 8. – СПб: ООО «Изд-во «Тускарора»», – 2010. – 89–93
13. *Мальчевский* А. С., *Пукинский* Ю. Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана. – Т. 1.– Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 480 с.
14. *Носков Г. А., Рымкевич* Т. А., *Гагинская* А. Р. (ред) Миграции птиц Северо-Запада России. Неворобьиные. – СПб: АНО ЛА «Профессионал». – 2016. – 641 с.
15. *Рымкевич* Т. А., Носков Г. А., *Коузов* С. А., Уфимцева А. А., *Зайнагутдинова* Э. М., Стариков Д. А., Рычкова А. Л., *Иовченко* Н. П. Результаты синхронных учетов мигрирующих птиц в Невской губе и на прилежащих акваториях весной 2012 года // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений на Северо-Западе России. *Носков Г. А., Рымкевич* Т. А., *Гагинская* А. Р. (*ред*). Вып. 9. – СПб: ООО «Изд-во «Тускарора»», – 2012. – С. 70–86.
16. *Федоров В. А.* О гнездовании лебедя-шипуна Cygnus olor в пределах Санкт-Петербурга. // Русский орнитологический журнал. – 2018. – Т. 27. Экспресс-выпуск 1570. – С. 840–846.

УДК 574.3

О.А. Ляшенко[1*], А.П. Педченко[2]

РАЗВИТИЕ ЦИАНОПРОКАРИОТ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

[1]Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО) Россия, 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверский пр., 49, лит. А

[2]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») Россия, 107140, г. Москва, Верхняя Красносельская д.17
***E-mail: ksenia892@mail.ru**

Представлены данные о количественном развитии цианопрокариот акватории восточной части Финского залива по данным исследований 2005-2018 гг. и составе их доминирующего комплекса. Установлена значимая положительная корреляционная связь между средними за месяц биомассами цианопрокариот и температурами воды в безлёдный период. Результаты исследований показали отсутствие тенденции изменения сообщества цианопрокариот и признаков эвтрофикации.

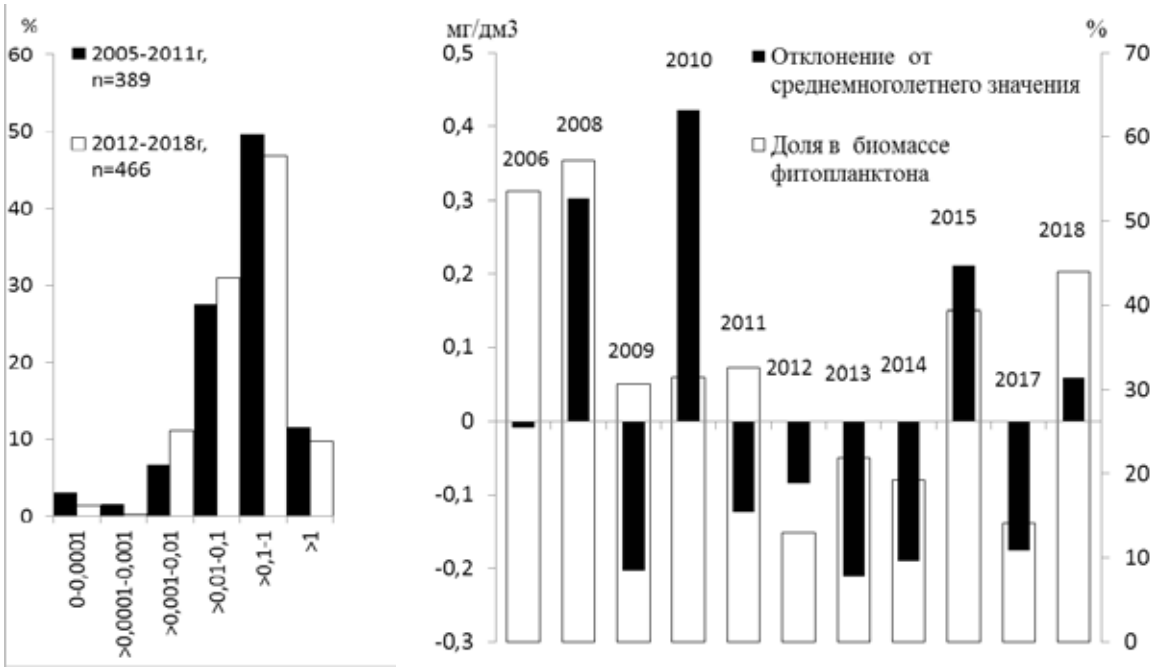
Ключевые слова: Финский залив; цианопрокариоты; биомасса; температура воды; доминанты; объём клетки.

Цианопрокариоты (синезелёные водоросли, цианобактерии) - оксигенные фотосинтезирующие прокариотические организмы, содержащие хлорофилл «а», рассматриваются в кодексах ботанической и бактериальной номенклатур, однако, имеют признаки, не отвечающие принадлежности к каждой из них, ввиду чего в современных систематических работах эти организмы обозначают как Cyanoprokaryota [1,3].

В гидроэкологии эта группа обоснованно рассматривается в составе фитопланктона – основного создателя первичной продукции в большинстве водных экосистем.

Особое внимание к цианопрокариотам при оценке состояния и сукцессионных изменений водных экосистем связано с их периодическим массовым развитием, формирующим так называемое «цветение воды», которое часто связывают с эвтрофированием водоёма. В связи с этим представляет интерес динамика количественных показателей развития цианопрокариот и состава их доминирующего комплекса в восточной части Финского залива.

Исследования цианопрокариот в составе фитопланктона акватории восточной части Финского залива проводили в безлёдные периоды 2005-2018 гг. Подсчёт цианопрокариот с одновременным определением их таксономического состава проводили в камере «Учинская», биомассу рассчитывали счетно-объемным методом. [2]. Доминирующими считали таксоны, составляющие не менее 10% общей численности или биомассы фитопланктона. Для анализа изменений температуры воды акватории восточной части Финского залива и оценки возможного их влияния на величины биомассы цианопрокариот были использованы среднемесячные значения температуры поверхности океана для узла 60° с.ш. 28° в.д. регулярной сетки с шагом 2°x2° по широте и долготе из архива NOAA NCDC ERSST version3b [4].



а б

Рисунок 1. Распределение величин биомассы цианопрокариот, в восточной части Финского залива в 2005-2018 гг. (а), межгодовые изменения их биомассы и доли в общей биомассе фитопанктона в Лужской губе (б)

Цианопрокариоты присутствовали практически во всех пробах фитопланктона, их численность изменялась от $4 \cdot 10^3$ до $80622 \cdot 10^3$ кл/дм^3, биомасса – от 0,0001 до 3,86 мг/дм^3.

Для оценки изменений количественного развития цианопрокариот во временном аспекте выбраны величины биомассы, как более объективный показатель роли этой группы первичных продуцентов в потоке вещества и энергии в экосистеме. Показано, что в течение всего периода наблюдений биомассы цианопрокариот находились преимущественно в интервалах > 0,1 - 1 мг/дм^3 и > 0,01 - 0,1 мг/дм^3 (рисунок 1а), и в последние годы тренда изменения распределения их биомасс в сторону увеличения не отмечено.

Межгодовые изменения биомассы прокариот и её доли в общей биомассе фитопланктона на примере Лужской губы – акватории, по которой имеется наиболее репрезентативный объём результатов исследований, также показывают отсутствие тенденции к увеличению как биомассы цианопрокариот, так и их доли в общей биомассе фитопланктона (рисунок 1 б)

Для Лужской губы показана достоверная положительная корреляция (r=0.5 для уровня значимости p=0.01) между средней за месяц биомассой цианопрокариот и температурой воды в безлёдный период 2006-2018 гг.

Одним из характерных признаков развития процесса эвтрофикации является уменьшение размеров планктонных организмов. Межгодовые изменения среднего объёма клетки цианопрокариот подобной тенденции не выявили (таблица 1).

Таблица 1 – Средние объёмы клетки цианопрокариот
в различные годы наблюдения

2005 г. n=12	2006 г. n=18	2007 г. n=15	2008 г. n=11	2009 г. n=47	2010 г. n=86	2011г. n=90
43,4±4,5 25,8-72,2	48,6±10,0 7,6-115,0	55,1±4,1 39,1-95,2	47,3±1,4 39,2-53,9	47,1±5,4 3,1-19,8	36,5±1,7 5.4-112,5	51,3±3,4 1,2-117,1
2012 г. n=69	2013 г. n=77	2015 г. n=86	2016 г. n=32	2017 г. n=51	2018 г. n=26	
53,9±3,7 9,4-168,0	42,1±3,1 4,8-123,8	42,6±2,7 6,4-122,9	67,1±12,7 4,3-341,7	41,8±3,5 7,4-105,8	46,6±6,8 6,0-103,9	

Состав цианопрокариот – доминатов фитопланктона по численности за годы наблюдений не претерпел существенных изменений. В безлёдный период большинства лет доминировали *Pseudoanabaena limnetica, Aphanizomenon flos-aquae*, *Planktothrix agardhii*, в отдельные годы – также *Aphanizomenon gracile,* виды родов *Woronichinia* и *Snowella, Aphanocapsa incerta, Limnothrix redeke*i и др. Доминантами фитопланктона по биомассе были преимущественно *Aphanizomenon flos-aquae*, и *Planktothrix agardhii*.

Таким образом, результаты исследований цианопрокариот восточной части Финского залива показали отсутствие тенденции изменения их сообщества как по количественным показателям развития, так и по составу доминирующего комплекса и не свидетельствуют о прогрессирующей эвтрофикации исследованных акваторий восточной части Финского залива. Межгодовые вариации количественного развития цианопрокариот, вероятно, обусловлены преимущественно климатическими факторами.

Публикация подготовлена по материалам исследований лаборатории гидробиологии ГосНИОРХ в 2005-2018 гг., результаты которых были обобщены авторами в годовых научных отчетах, обсуждались на отчетных сессиях и Ученых советах института.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Давыдов Д. А.* Систематика цианопрокариот – традиции Российской школы и современное состояние // Международная научная школа - конференция «Цианопрокариоты (цианобактерии): систематика, экология, распространение». Апатиты 5-9 сентября 2016 г. Тезисы докладов. – С.49-51.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975 – 240 с.
3. *Komárek J., Kaštovský J., Mareš J, Johansen J.R* Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach // Preslia – 2014. – № 86 – P.295–335.
4. NOA NCDC ERSST (Extended Reconstructed Sea Surface Temperature) Электронный ресурс // URL: http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCDC/.ERSST/.version3b/.sst/

Краткая информация об авторах

Ляшенко Оксана Александровна, к.б.н.**,**
доцент факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО
Специализация: гидроэкология, водная токсикология, альгология.
E-mail:ksenia892@mail.ru

Педченко Андрей Петрович, к**.г.н.,** доцент,
ведущий научный сотрудник отдела пресноводных рыб ФГБНУ «ВНИРО»
Специализация: геоэкология, океанология, исследование влияния природных и антропогенных факторов на водные биоресурсы морей Мирового океана и пресноводных водоемов. Анализ динамики запасов рыб. Исследование закономерностей и степени влияния факторов среды на динамику запасов и промысел рыб.
E-mail: app3960@yandex.ru

Oksana A. Liashenko[1*], Andrey P. Pedchenko[2]

ASSESSMENT OF CYANOPROKARYOTA DEVELOPMENT IN THE EASTERN GULF OF FINLAND

[1]Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University)
Kronverkskiy pr., 49, lit. A, St. Petersburg, 197101, Russia

[2] **Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),**
17 V. Krasnoselskaya, Moscow, 107140, Russia
***E-mail: ksenia892@mail.ru**

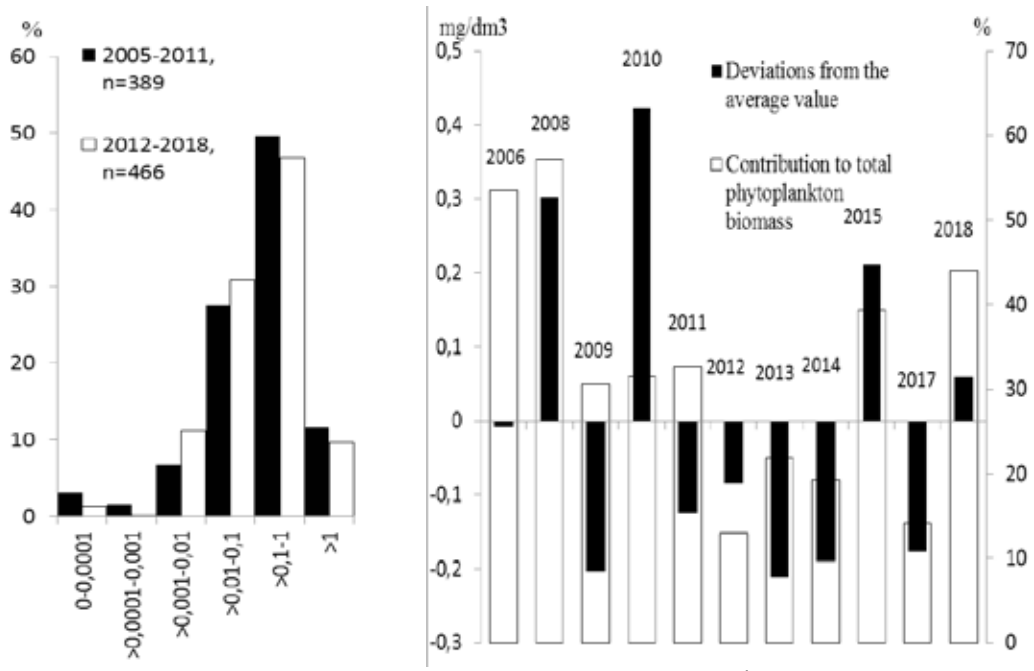
The data of the quantitative development of cyanoprokaryota in the Eastern Gulf of Finland and the composition of their dominant complex by the 2005–2018 investigation are demonstrated. A positive correlation between monthly averages of cyanoprokaryotes biomass and water temperature of the ice-free period was detected. By the results of research, no trend of cyanoprocaryota community change and eutrophication were showed.

Keywords: Gulf of Finland; cyanoprokaryota; biomass; water temperature; dominants; cell volume.

Cyanoprokaryota (blue-green algae, cyanobacteria) are oxygen photosynthesize prokaryotic organisms containing chlorophyll “a”. They are considered in both the botanical and bacterial nomenclature codes, but at the same time, their features not correspond to each of them. In modern systematic works, they are designated as cyanoprokaryota [1,3]. In hydroecology this group is reasonably included in phytoplankton as the main creator of primary production in most aquatic ecosystems.

The quantity development of cyanoprokaryota, especially so-called “water bloom” and species composition of their dominants are important for the assessment of aquatic ecosystems state, succession, and eutrophication.

Cyanoprokaryotes as part of phytoplankton were studied in the Eastern Gulf of Finland during the ice-free periods in 2005–2018. The taxonomic content and quantity development of cyanoprokaryota were estimated by microscopic examination [2].



a b

Fig. 1. Distribution of cyanoprokaryotes biomass in Eastern Gulf of Finland during 2005-2018 (a) and interannual changes of biomass and its contribution to total phytoplankton biomass in the Luga Bay (b)

The fluctuations in water temperature of the Eastern Gulf of Finland were estimated by monthly mean values of the ocean surface temperature for the same period in node 60° N, 28° E of the regular grid with a step of 2° x 2° in latitude and longitude from the NOAA archive NCDC ERSST version3b [4].

Cyanoprokaryotes were present in almost all phytoplankton samples, their numbers varied from $4 \cdot 10^3$ till 80622 10^3 cells/dm^3, biomass - from 0.0001 till 3.86 mg/dm^3.

Variability of quantitative development of cyanoprokaryotes, in the temporal aspect was estimated by the biomass. During the period of investigation cyanoprokaryotes biomass mainly ranged in the intervals > 0.1–1 mg /dm^3 and > 0.01– 0.1 mg /dm^3 (figure 1a), and in recent years, the upward trend in the distribution of their biomass has not been noted.

Interannual changes in biomass and its share in total phytoplankton biomass using the example of the Luga Bay, the water area where the most representative amount of research results is available, also show no trend towards an increase in both the biomass of cyanoprokaryotes and their share in the total phytoplankton biomass (Figure 1b).

A significant positive correlation (r = 0.5 for the significance level p = 0.01) was marked for the monthly average biomass of cyanoprokaryotes and the water temperature in the ice-free period in 2006-2018.

Interannual changes in the average cell volume of cyanoprokaryotes didn't detect a trend to reduce this value (Table 1).

Table 1 - Average cyanoprocaryota cell volume in the 2005-2018

2005 n=12	2006 n=18	2007 n=15	2008 n=11	2009 n=47	2010 n=86	2011 n=90
43,4±4,5 25,8-72,2	48,6±10,0 7,6-115,0	55,1±4,1 39,1-95,2	47,3±1,4 39,2-53,9	47,1±5,4 3,1-19,8	36,5±1,7 5.4-112,5	51,3±3,4 1,2-117,1
2012 n=69	2013 n=77	2015 n=86	2016 n=32	2017. n=51	2018 n=26	
53,9±3,7 9,4-168,0	42,1±3,1 4,8-123,8	42,6±2,7 6,4-122,9	67,1±12,7 4,3-341,7	41,8±3,5 7,4-105,8	46,6±6,8 6,0-103,9	

The composition of cyanoprokaryotes which are phytoplankton dominates in terms of numbers over the years of observations has not undergone significant changes. In the iceless period of most years, *Pseudoanabaena limnetica, Aphanizomenon flos-aquae*, *Planktothrix agardhii* dominated, in some years *Aphanizomenon gracile,* species of the genera *Woronichinia* and *Snowella, Aphanocapsa incerta, Limnothrix redeke*i and others also dominated. *Aphanizomenon flos-aquae*, and *Planktothrix agardhii* were the phytoplankton dominants by biomass.

By the results of cyanoprokaryotes investigation the trend to change of quantitative development and dominated complex of their community didn't mark. That indicates the absence of

eutrophication on the studied water areas of the Eastern Gulf of Finland. Interannual variations of quantitative development of cyanoprokaryotes are probably due mainly to climatic factors.

REFERENCES

1. *Давыдов Д. А.* Систематика цианопрокариот – традиции Российской школы и современное состояние // Международная научная школа - конференция «Цианопрокариоты (цианобактерии): систематика, экология, распространение». Апатиты 5-9 сентября 2016 г. Тезисы докладов. – С.49-51.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975 – 240 с.
3. *Komárek J., Kaštovský J., Mareš J, Johansen J.R* Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach // Preslia – 2014. – № 86 – P.295–335.
4. NOAA NCDC ERSST (Extended Reconstructed Sea Surface Temperature) Electronic source // URL: http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCDC/.ERSST/.version3b/.sst/

Brief information about authors

Oksana A. Liashenko PhD of Biological Science
Associate Professor ITMO University
Area of expertise: hydroecology, aquatic toxicology, algology
E-mail: ksenia892@mail.ru

Andrey P. Pedchenko, PhD of Geographical Science, Associate Professor
Leading researcher of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)
Area of expertise: Geo-ecology, marine science, study of the impact of natural and anthropogenic factors on water bio-resources of the World's oceans and seas, as well as on fresh-water reservoirs. Analysis of fish stock dynamics. Investigation of regularities and strength of the impact of environmental factors on fish stock dynamics and fishery.
E-mail: app3960@yandex.ru

УДК **504.064**

А.И. Шишкин, М.С. Строганова, И.В. Антонов, А.И. Кушнеров, А.В. Епифанов

ГАРМОНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ И ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА ПРИМЕРЕ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Научно-педагогическая школа «Прогнозирование и экологическое нормирование нагрузки на природные экосистемы» города Санкт-Петербург, ВШТЭ СПбГУПТД, 198095, Россия, Санкт-Петербург, улица Ивана Черных, дом 4
E-mail: aishishkin@yandex.ru

Рассмотрены методы гармонизация Российской и Европейской систем экологического и технологического нормирования техногенной нагрузки для сохранения биоразнообразия на примере трансграничного водного бассейна реки Вуокса. Российская и Европейская системы экологического, а также технологического нормирования нагрузки учитывают как изменения водного законодательства России, так и специфику законодательства Финляндии.

Ключевые слова: экологическое и технологическое нормирование; техногенная нагрузка; биоразнообразие; трансграничные водные объекты; геоинформационная система.

В бассейнах трансграничных рек пересекаются интересы нескольких государств, что предопределяет необходимость гармонизации нормативно-правовых требований, критериев, методов измерения и контроля. Обосновывается необходимость разработки новых критериев объективной оценки ситуации или использования существующих разработка новых алгоритмов достижения компромисса на основе гармонизированных нормативных требований и межправительственных соглашений.

Рассматриваемая водная система «озеро Сайма – р. Вуокса - Ладожское озеро – р. Нева – Финский залив» позволяет более детально проследить перенос загрязняющих веществ в водной среде, процессы трансформации и самоочищения водоёма и с помощью инструмента математического моделирования описать процесс переноса и превращения веществ.

Разработанные авторами методы и средства математического и имитационного моделирования, описывающие процессы трансформации и переноса загрязняющих веществ, позволяют нормировать техногенную нагрузку практически для неограниченного числа водопользователей и произвольного места их размещения с учетом эффектов взаимовлияния при различных гидрологических режимах [1-2, 5].

В ходе научных исследований была построена линейная карта- схема водного объекта с нанесением всех известных водопользователей и пунктов контроля для проведения мониторинга. Проанализированы данные гидрохимического мониторинга по российской и финской частям бассейна. Проведена комплексная оценка качества воды по удельному комбинаторному индексу загрязнения воды (УКИЗВ) и индексу трофического состояния водоёма (ITS).

Проведено сравнение российской и европейской систем нормирования в отношении тех критериев, для которых применяются принципиально различные подходы к оценке качества воды.

Одним из критериев, по которому проводится квотирование нагрузки водопользователей трансграничных водных объектов, является использование целевых показателей качества природных вод. Рекомендуется согласовать единые нормы качества природных вод для РФ и ЕС для трансграничных водных объектов.

Характерной чертой положений ЕС в отношении качества воды является наличие двух или более наборов нормативов (ориентировочные и обязательные; среднегодовые и предельно допустимые; для удовлетворительного, хорошего и отличного качества вод). Российские документы содержат только один набор стандартов, который подлежит соблюдению немедленно после вступления нормативного акта в силу.

Оценка качества вод природных водных объектов в РФ, а также в странах ЕС проводится с учетом их разделения по категориям водопользования. Однако, существующая рос-

сийская система содержит значительно больший объем подлежащих контролю параметров, чем директивы ЕС и охватывает десятки и даже сотни нормируемых показателей. Комплекс санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных норм и правил, действующих в России, устанавливает не только нормативы ПДК, но и их лимитирующий признак вредности для разных видов водопользования.

Международная система мониторинга пограничных водных объектов включает в себя единые требования к объемам и качеству воды, взятым для нужд предприятий, требования по лимитирующим концентрациям сбрасываемых загрязняющих веществ, по значениям интегральных показателей-индексов оценки качества природной воды.

На этапе выработки единых экологических стандартов необходимо определение критериев экологичности российских и финляндских предприятий по сравнению с наилучшими существующими технологиями с учётом уровня экологических стандартов всех видов производств, расположенных на трансграничных водных объектах в виде количественной величины потерь исходного сырья и химикатов на единицу выпускаемой продукции, выраженной в общепринятых показателях, характеризующих качество воды.

Разработана единая для бассейна система допустимой нагрузки, а на ее основе определен алгоритм расчета для каждого водопользователя, как на территории Российской Федерации, так и в Финляндии. Предварительно проводится ранжирование предприятий-водопользователей по массам сброса, учитывая территориально-климатическую специфику и географические особенности местоположения, определенный перечень нормируемых показателей применительно к конкретной отрасли промышленности, а также эффективность очистки сбрасываемых сточных вод в водные объекты и соответствие единым требованиям НДТ. Реализация алгоритма производится на основе геоинформационного моделирующего комплекса «ГИМК-река». Созданную базу данных можно расширять и дополнять. Для обеспечения сохранения биоразнообразия в зонах загрязнения различных стран необходимо предлагать природоохранные меры за счет гидрохимических и гидробиологических показателей в комплексе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дружинин Н.И., Шишкин А.И.* Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши./Л.: Гидрометеоиздат, 1989 - 329 с.
2. *Строганова М.С., Шишкин А.И.* Имитационная модель квотирования техногенной нагрузки для водопользователей трансграничных водных объектов //Сборник материалов XXIII Международного Биос-форума и Молодежной Биос-олимпиады» 2018, с. 125-132.
3. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации N 552 от 13 декабря 2016 года «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»
4. Директива 2006/44/ЕС Европейского Парламента и Совета от 6 сентября 2006 года «О качестве пресных вод, необходимых в защите или улучшении для поддержания жизни рыб» (Directive 2006/44/EC).

5. *M. Stroganova, I. Antonov, A. Shishkin, A. Epifanov.* Algorithm and The Software On GIS to The Arrival Basis From Basin SAI to The SAD of Water Users // Proceedings of the IWA 8thEastern European Young Water Professionals Conference Gdansk, Poland, 12-14 May, 2016 – 34-41 pp.
6. *Антонов И.В., Шишкин А.И.* Алгоритм обоснования НДС для предприятий целлюлозно-бумажной отрасли с применением геоинформационных технологий // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, СПб, ФГБОУ ВПО СПГУТД, №3, 2017, с. 41-47, ISSN 2079-8210

Краткая информация об авторах

Шишкин Александр Ильич, профессор**,** академик МАНЭБ
Руководитель научно-педагогической школы «Прогнозирование и экологическое нормирование нагрузки на природные экосистемы» и лаборатории экологического нормирования
Специализация: математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы
E-mail: aishishkin@yandex.ru

Строганова Мария Сергеевна, аспирант 2-го года обучения ВШТЭ СПбГУПТД
Специализация: комплексные и интегральные оценки качества природных водных объектов, экологическое нормирование, трансграничные водные объекты общественный экологический контроль
E-mail: masha199407@list.ru

Антонов Иван Владимирович, старший преподаватель
Специализация: математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы, мониторинг экосистем.
E-mail: antonovivv@yandex.ru

Епифанов Андрей Валерьевич, к.т.н., доцент
Специализация: нормирование антропогенной нагрузки на водные объекты, математическое моделирование переноса загрязняющих веществ в водных объектах, геоинформационные системы
E-mail: epifandr@yandex.ru

Кушнеров Александр Игоревич, преподаватель
Специализация: комплексные и интегральные оценки качества природных водных объектов, экологическое нормирование, общественный экологический контроль
E-mail: kushnerov.a.i@yandex.ru

УДК 504.064

A. Shishkin, M. Stroganova, I. Antonov, A. Kushnerov, A. Epifanov

HARMONIZATION OF THE RUSSIAN AND EUROPEAN SYSTEMS OF ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL NORMALIZATION OF TECHNOGENIC LOAD FOR BIODIVERSITY PRESERVATION ON THE EXAMPLE OF TRANSBOUNDARY WATER BODIES

Scientific and pedagogical school "Prediction and environmental regulation of the load on natural ecosystems" of the city of St. Petersburg, HSTE SPbSUITD, 198095, Russia, St. Petersburg, Ivana Chernyh street, 4
E-mail: aishishkin@yandex.ru

The methods of harmonization of the environmental and technological regulation Russian and European systems of anthropogenic load for biodiversity conservation are considered using the example of the transboundary water basin of the Vuoksa River. The Russian and European systems of environmental as well as technological regulation of the load take into account both the changes in the water legislation of Russia and the specifics of the legislation of Finland.

Keywords: environmental and technological standardization; anthropogenic load; biodiversity; transboundary water bodies; geographic information system.

In the basins of transboundary rivers, the interests of several states overlap, which predetermines the need for harmonization of regulatory requirements, criteria, methods of measurement and control. It justifies the need to develop new criteria for an objective assessment of the situation or to use the existing development of new algorithms for reaching a compromise based on harmonized regulatory requirements and intergovernmental agreements.

Considered water system "Lake Saimaa – the Vuoksa river - Lake Ladoga – the Neva river -Gulf of Finland" allows to more closely track the transport of pollutants in the aquatic environment, the processes of transformation and self-purification of the reservoir and using the mathematical modeling tool to describe the process of transfer and transformation of substances.

The methods and means of mathematical and simulation modeling developed by the authors, describing the processes of transformation and transport of pollutants, allow the technogenic load to be rationed for practically an unlimited number of water users and an arbitrary location taking into account effects of mutual influence under various hydrological regimes [1-2, 5].

In the course of scientific research, a linear map-scheme of a water body was constructed with all known water users and control points applied for monitoring. . The data of hydrochemical monitoring of the Russian and Finnish parts of the basin were analyzed. A comprehensive assessment of water quality was carried out according to the specific combinatorial water pollution index (SCWPI) and the trophic status index of the reservoir (ITS).

A comparison was made between the Russian and European rationing systems with respect to those criteria for which fundamentally different approaches are used to assess water quality.

One of the criteria by which quotas are applied is the use of target indicators of the quality of natural waters for the water users of transboundary water bodies. It is recommended to agree on common standards for the quality of natural waters for the Russian Federation and the EU for transboundary water bodies.

A characteristic feature of the EU provisions regarding water quality is the presence of two or more sets of standards (indicative and obligatory; annual average and maximum permissible; for satisfactory, good and excellent water quality). Russian documents contain only one set of standards, which must be complied with immediately after a regulatory act enters into force.

Water quality assessment of natural water bodies in the Russian Federation, as well as in the EU countries is carried out taking into account their division into categories of water use. However, the existing Russian system contains a significantly larger amount of parameters to be monitored than EU directives and covers dozens and even hundreds of standardized indicators. The complex of sanitary and hygienic and fishery norms and rules in force in Russia establishes not only the threshold limit value standards, but also their limiting sign of harm for different types of water use.

The international monitoring system for borderline water bodies includes uniform requirements for water volumes and quality, taken for the needs of enterprises, requirements for limiting concentrations of discharged pollutants, and values of integral indicators of natural water quality assessment.

At the stage of developing common environmental standards, it is necessary to define the environmental criteria of Russian and Finnish enterprises compared with the best existing technologies, taking into account the level of environmental standards of all types of production located on transboundary water bodies in the form of a quantitative value of losses of raw materials and chemicals per unit of output. generally accepted indicators of water quality.

The system of permissible load, uniform for the basin, was developed, and on its basis the calculation algorithm was determined for each water user, both in the Russian Federation and in Finland. A preliminary is the ranking of enterprises-water users by discharge mass, taking into account the geographical and climatic specifics and geographical features of the location, a certain list of normalized indicators applicable to a particular industry, as well as the effectiveness of treatment of discharged wastewater into water bodies and compliance with uniform BAT requirements. The implementation of the algorithm is based on the geoinformation modeling complex “GIMC-river”. The created database can be expanded and supplemented. To ensure the conservation of biodiversity in pollution zones of various countries, it is necessary to propose environmental protection measures at the expense of hydrochemical and hydrobiological indicators in the complex.

REFERENCES

1. *Druzhinin N.I., Shishkin A.I.* Mathematical modeling and forecasting of surface water pollution of land. / L .: Gidrometeoizdat, 1989 - 329 pp.
2. *Stroganova M.S., Shishkin A.I.* Simulation model of technogenic quotas for water users of transboundary water bodies // Proceedings of the XXIII International Bios Forum and Youth Bios-Olympiad, 2018, p. 125-132.
3. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation N 552 of December 13, 2016 “On approval of water quality standards for water bodies of fisheries significance,

including standards for maximum allowable concentrations of harmful substances in waters of water bodies of fisheries value".
4. Directive 2006/44 / EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 "On the quality of freshwater required for protection or improvement to maintain fish life".
5. *M. Stroganova, I. Antonov, A. Shishkin, A. Epifanov.* The SAD of the Water Users // Proceedings of the IWA 8th Eastern European Young Water Professionals Conference Gdansk, Poland, 12-14 May 2016 - 34-41 pp.
6. *Antonov I.V., Shishkin A.I.* Algorithm for the justification of VAT for enterprises of the pulp and paper industry using geoinformation technologies // Bulletin of St. Petersburg State University of Technology and Design, St. Petersburg, FSBEI HPE SPSUTD, № 3, 2017, p. 41-47, ISSN 2079-8210

Brief information about authors

Shishkin Alexandr, professor, academician of International Academy of ecology, human security and nature Sciences
Head of the scientific and pedagogical school "Forecasting and environmental regulation of the load on natural ecosystems" and the laboratory of environmental regulation
Area of expertise: mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems
E-mail: aishishkin@yandex.ru

Stroganova Mariia, PhD student, HSTE SPbSUTD
Area of expertise: integrated and integrated assessments of the quality of natural water bodies, environmental regulation, transboundary water bodies, public environmental monitoring
E-mail: masha199407@list.ru

Antonov Ivan, senior lecturer
Area of expertise: mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems, the monitoring of ecosystems.
E-mail: antonovivv@yandex.ru

Kushnerov Alexandr, senior lecturer
Area of expertise: a complex and integrated assessment of the quality of natural water object, environmental regulations, public environmental control
E-mail: kushnerov.a.i@yandex.ru

Epifanov Andrey, PhD in Technological Sciences, associate professor
Area of expertise: regulation of anthropogenous load of water objects, mathematical modeling of transfer of pollutants in water objects, geographic information systems
E-mail: epifandr@yandex.ru

УДК 502.3, 502.057

А.В. Косенко

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОНИТОРИНГОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ МОРСКОЙ ЗОНЫ И ТРАНСГРАНИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Военный институт железнодорожных войск и военных сообщений Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева
198511, г. Санкт-Петербург, г. Петергоф, ул. Суворовская, д. 1
E-mail: angelinakosen@mail.ru

Рассмотрена возможность применения мобильных аналитических мониторинговых комплексов на железнодорожном транспорте, в том числе в прибрежной морской зоне. Обоснованы приоритетных направлений мониторинговых работ с использованием железнодорожного транспорта с учетом розы ветров над восточной частью Финского залива и Ленинградской областью.

Ключевые слова: экологический мониторинг; железнодорожный транспорт; мобильные аналитические мониторинговые комплексы.

Загрязнение атмосферного воздуха принадлежит к наиболее опасным видам загрязнения окружающей среды, так как загрязняющие вещества, обладающие опасными свойствами способны распространиться от источника их выделения быстрее и на большие расстояния, чем при попадании в воду или в почву. С учетом быстрого распространения некоторых загрязняющих в воздушной среде требуются не только локальные и региональные наблюдения, но и трансграничные, что возможно путем установки мониторинговых комплексов на железнодорожный транспорт.

Целью работы является обоснование использования мобильных аналитических мониторинговых комплексов на железнодорожном транспорте для проведения экологического мониторинга в прибрежной морской зоне, в том числе в Ленинградской области и смежных регионах.

В России имеется достаточный научно-технический опыт практического создания железнодорожных мониторинговых комплексов. В 2003 году по техническому заданию разработанному Институтом физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Всероссийским институтом железнодорожного транспорта Министерства путей и сообщений и Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологии им. Д.И. Менделеева на Торжокском вагоностроительном заводе была изготовлена передвижной аналитический комплекс из двух специализированных вагонов для наблюдений за загрязнением атмосферы. Был создан уникальный российский поезд-лаборатория «TROICA» (Transcontinental Observations Into the Chemistry of the Atmosphere – «трансконтинентальные данные наблюдений химии атмосферы», который осуществил несколько трансконтинентальных маршрутов в пределах нашей страны, выполняя наблюдения за химическим составом атмосферы [1].

В рамках соблюдения требований по экологической безопасности в ОАО «Российские железные дороги» («РЖД») осуществляется ряд проектов и программ, в том числе с использованием аналитических мониторинговых комплексов на железнодорожном транспорте. В вагонах располагаются химические лаборатории с приборами позволяющими осуществлять отбор проб и анализ промышленных выбросов и сбросов [2,3,5].

На рисунке представлена схема железных дорог Ленинградской области и преобладающие направления ветров над восточной частью Финского залива, по данным [4]. Заметно, что некоторые трассы располагаются вдоль побережий Финского и Выборгского заливов, а также вдоль Ладожского озера. Таким образом, поезда-лаборатории, действующие на этих трассах могли бы собирать информацию о загрязнении воздуха над данными водными акваториями, а также отслеживать направления трансграничные эффекты переноса загрязняющих веществ из смежных регионов. Указанные на рисунке приоритетные направления движения поездов – лабораторий соответствуют следующим направлениям: Санкт-Петербург – Выборг (на северо-запад); Санкт-Петербург – Приозерск (на север); Санкт-Петербург – Сосновый Бор (на запад) и далее на Иван-Город; Санкт-Петербург – Гдов (на юго-запад); Санкт-Петербург – Тихвин (на восток); Санкт-Петербург – Москва (на юго-восток).

В целом, применение мобильных аналитических мониторинговых комплексов на железнодорожном транспорте, регулярно функционирующих вдоль побережий Балтийского моря обеспечит также оценку степени и характера трансграничного загрязнения атмосферы с территории соседних государств, что позволит оценить потенциальный ущерб для наших экосистем.

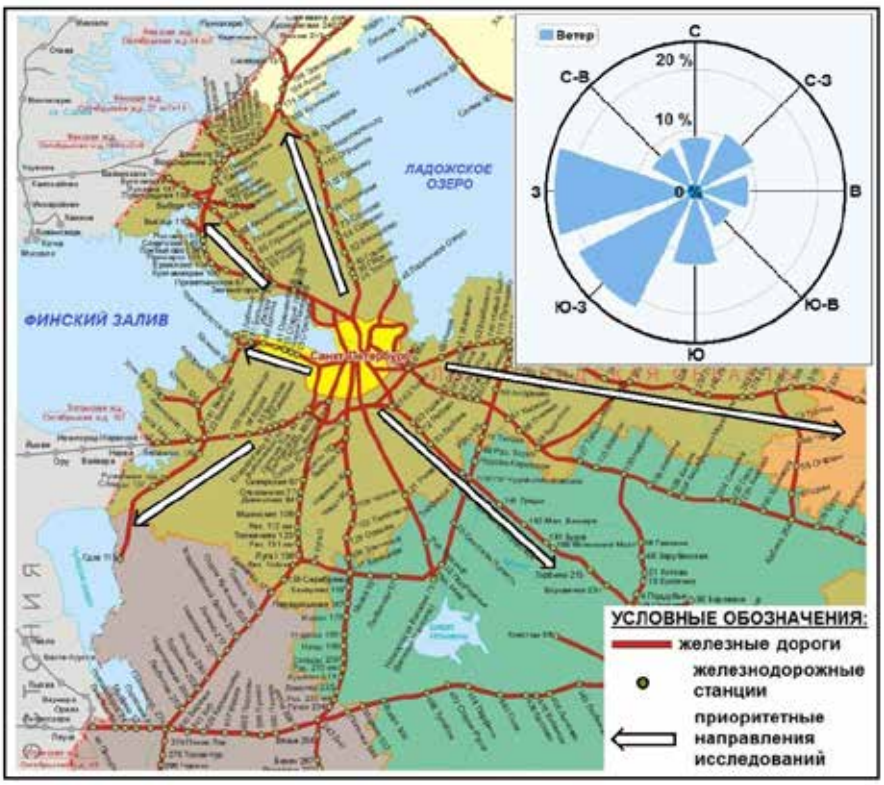


Рисунок 1. Схема железнодорожных путей Ленинградской области и близлежащих областей с указанием приоритетных направлений мониторинговых работ с использованием железнодорожного транспорта с учетом розы ветров

ЛИТЕРАТУРА

1. *Беликов И.Б., Бреннинкмаер К.А.М., Еланский Н.Ф., Ралько А.А.* Поверхностная концентрация метана и оксидов углерода над континентальной территорией России по результатам эксперимента TROICA // Известия Российской Академии наук. Физика атмосферы и океана. М.: Изд. Наука. – 2006. – Т. 42. – № 1. – С. 52 – 63.
2. *Дроздов В.В., Косенко А.В.* Современные и перспективные возможности применения мобильных мониторинговых комплексов на железнодорожном транспорте // Транспорт РФ, № 5(78). – 2018. – С. 52 – 55.
3. Официальный сайт. ОАО «Российские железные дороги». Инновационный дайджест. [Электронный ресурс]. URL: http://www.rzd-expo.ru/innovation/environmental_protection/industrial_environmental_control.
4. Официальный сайт. Московский вокзал Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс].
5. *Финоченко В.А., Финоченко Т.А.* Технологии экологического мониторинга на российских железных дорогах // Безопасность жизнедеятельности. – № 9 (165). – 2014. – С. 20 – 24.

Краткая информация об авторах

Косенко Ангелина Владимировна.
Преподаватель кафедры Организации повседневной деятельности и безопасности военной службы.
Специализация: экология и природопользование.
E-mail: a-a-kos@mail.ru

A.V. Kosenko

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF MONITORING COMPLEXES ON RAILWAY TRANSPORT FOR CONTROL OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE COASTAL SEA ZONE AND CROSS-BORDER AIR POLLUTION

Military institute of railway troops and military messages of Military academy of material support of the general A.V. Hrulev
198511, St. Petersburg, Peterhof, Suvorovskaya St., 1
E-mail: angelinakosen@mail.ru

The possibility of using mobile analytical monitoring systems in railway transport, including in the coastal marine zone, is considered. The priority directions of monitoring work with the use of railway transport were justified, taking into account the wind rose over the eastern part of the Gulf of Finland and the Leningrad Region.

Keywords: environmental monitoring; railway transport; mobile analytical monitoring systems.

Air pollution belongs to the most dangerous types of environmental pollution, since pollutants with hazardous properties are able to spread from the source of their release faster and over long distances than if they enter water or soil. Given the rapid spread of some pollutants in the air, not only local and regional observations are required, but also transboundary, which is possible by installing monitoring systems on the railways.

The aim of the work is to justify the use of mobile analytical monitoring systems on railway transport for environmental monitoring in the coastal marine zone, including in the Leningrad region and adjacent regions.

Russia has sufficient scientific and technical experience in the practical creation of railway monitoring complexes. In 2003, according to the technical task developed by the Institute of Atmospheric Physics. A.M. Obukhov RAS, All-Russian Institute of Railway Transport of the Ministry of Railways and Communications and the All-Russian Scientific Research Institute of Metrology. DI. Mendeleev at the Torzhok car-building plant manufactured a mobile analytical complex of two specialized cars to monitor the pollution of the atmosphere. A unique Russian train laboratory "TROICA" (Transcontinental Observations Into the Chemistry of the Atmosphere) was created - "transcontinental observational chemistry of the atmosphere", which carried out several transcontinental routes within our country, observing the atmospheric chemical composition [1].

As part of the compliance with environmental safety requirements, OJSC Russian Railways ("Russian Railways") implements a number of projects and programs, including the use of analytical monitoring systems for railway transport. Chemical laboratories are located in cars with instruments that allow for sampling and analysis of industrial emissions and discharges [2,3,5].

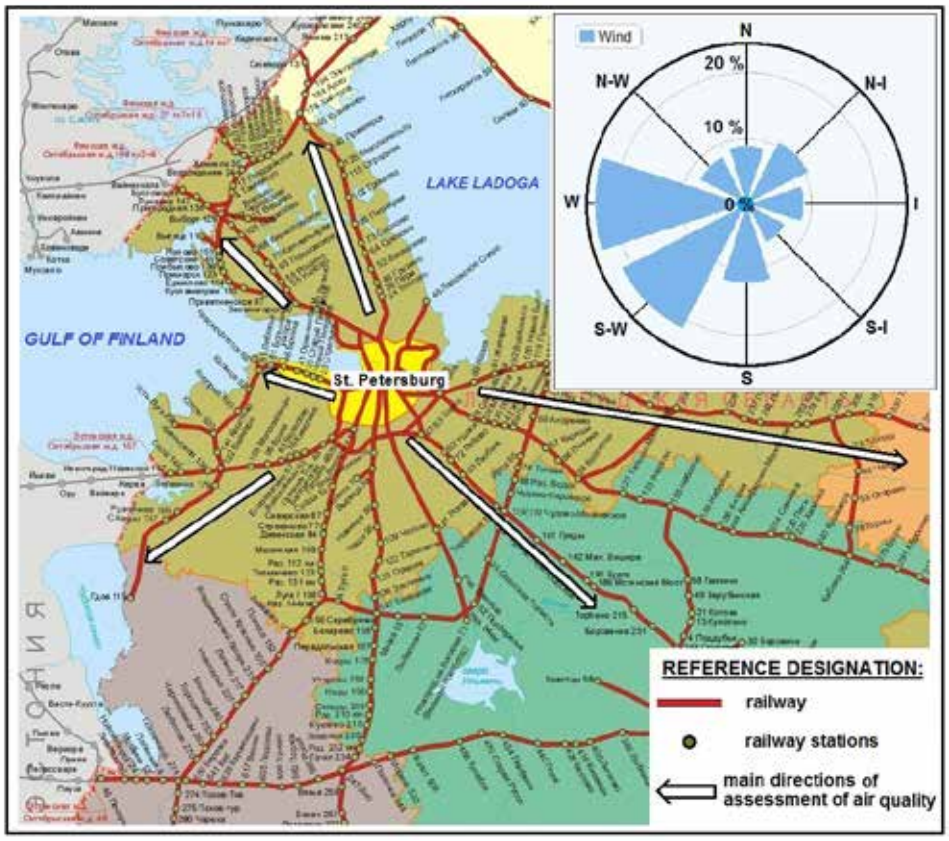


Fig. 1. Map of the railway tracks of the Leningrad Region and nearby areas with an indication of the priority areas of monitoring using railway transport, taking into account the wind rose

The figure shows a diagram of the railways of the Leningrad region and the prevailing wind directions over the eastern part of the Gulf of Finland, according to [4]. It is noticeable that some routes are located along the coasts of the Gulf of Finland and Vyborg, as well as along Lake Ladoga. Thus, laboratory trains operating on these routes could collect information on air pollution over these water areas, as well as track the direction of transboundary effects of pollutant transport from adjacent regions. The priority directions of movement of trains - laboratories indicated in the figure correspond to the following directions: St. Petersburg - Vyborg (to the north-west); St. Petersburg - Priozersk (to the north); St. Petersburg - Sosnovy Bor (to the west) and further to Ivan-City; St. Petersburg - Gdov (south-west); St. Petersburg - Tikhvin (to the east); St. Petersburg - Moscow (south-east).

In general, the use of mobile analytical monitoring systems on railway transport, regularly operating along the Baltic Sea coast, will also provide an assessment of the degree and nature of transboundary air pollution from the territory of neighboring states, which will allow assessing the potential damage to our ecosystems.

REFERENCES

1. *Belikov I.B., Brenninkmaer K.A.M., Elansky N.F., Ralko A.A.* Surface concentration of methane and carbon oxides over the continental territory of Russia according to the results of the TROICA experiment // News of the Russian Academy of Sciences. Physics of the atmosphere and the ocean. M .: Izd. The science. - 2006. - T. 42. - № 1. - p. 52 - 63.
2. *Drozdov V.V., Kosenko A.V.* Modern and promising opportunities for the use of mobile monitoring systems in railway transport // Transport of the Russian Federation, No. 5 (78). - 2018. - p. 52 - 55.
3. Official site. JSC “Russian Railways”. Innovative digest. [Electronic resource]. URL: http://www.rzd-expo.ru/innovation/environmental_protection/industrial_environmental_control.
4. Official site. Moscow railway station of St. Petersburg. [Electronic resource]. URL: http: // moskovsky- okzal.ru/moskovskyvokzal_sankt_peterburg/shema_oktyabrskoizheleznoi_dorogi.
5. *Finochenko V.A., Finochenko T.A.* Environmental monitoring technologies on Russian railways // Life Safety. - No. 9 (165). - 2014. - p. 20 - 24.

Brief information about the authors

Kosenko A.V.
Lecturer of the Department of Organization of daily activities and security of military service.
Area of expertise: ecology and nature management.

УДК 574.24

Н.Ю. Григорьева[1]*, Т.Р. Жангиров[2], А.С. Перков[2], С.А. Иванова[2], А.А. Лисс[2], Д.Д. Снарская[3]

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ «ЦВЕТЕНИЙ» ВОДОЕМОВ

[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук (НИЦЭБ РАН)
Россия, 197110, Санкт-Петербург, ул. Корпусная, д. 18
***E-mail: renes3@mail.ru**

[2] Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)».
Россия, 197376, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, д.5

[3] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
Россия, 198504, Санкт-Петербург, Ботаническая ул., д. 17 лит. А

При мониторинге цианобактериальных «цветений» водоемов одной из основных задач является оценка видового разнообразия цианобактериальных сообществ. В данной работе представлен пример применения нейросетевых технологий в задаче оперативной дифференциации штаммов цианобактерий по спектрам собственной флуоресценции отдельных клеток *in vivo*. Обученная нейронная сеть показала высокий процент правильности классификации 98.2% и хорошее качество распознавания новых штаммов. Применение данной методики позволит повысить эффективность экологического мониторинга за счет автоматизации процесса дифференциации цианобактерий в натурных пробах и выделения потенциально токсичных групп.

Ключевые слова: цианобактерии; экологический мониторинг; конфокальная флуоресцентная микроспектроскопия; нейронные сети; биологическое разнообразие.

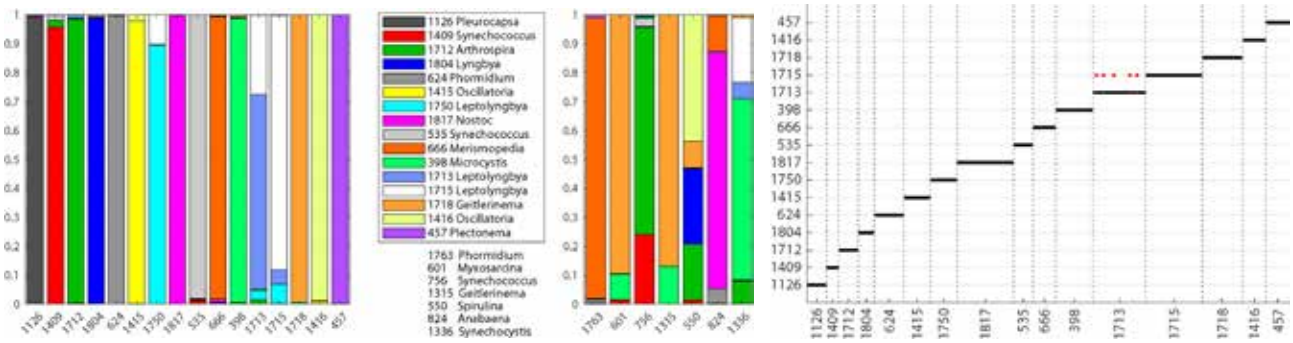
В настоящее время возможности оперативного экологического мониторинга открытых водоемов ограничены невозможностью автоматизации ряда процессов, таких как исследование видового разнообразия организмов, формирующих цианобактериальные сообщества, и контроль их физиологического состояния, определяющего вероятность развития токсичного цианобактериального «цветения». Известно, что увеличение концентрации растворенных в воде нитратов, фосфатов, силикатов, и пр. создает оптимальные условия для быстрого, лавинообразного размножения цианобактерий, так называемого «цветения». Однако, будет ли это «цветение» токсичным определяется видовым разнообразием конкретного цианобактериального сообщества.

Традиционно, видовое разнообразие определялось с помощью прямого микроскопирования проб. Этот метод достаточно трудозатратен и субъективен, что исключает его применение в задачах непрерывного и оперативного экологического мониторинга. Альтернативными методами дифференциации видов фитопланктона в натурных пробах являются спектрофотометрические методы. В их основе лежит определение таксономической принадлежности фотосинтезирующих организмов на основе разного количественного и качественного состава фотоактивных пигментов в фотосинтетическом аппарате [1, 2]. Однако, до настоящего времени исследователям удавалось разделить только крупные классы фитопланктона. Недавно авторами данной работы была предложена методика дифференциации цианобактерий до рода/штамма по сериям спектров собственной флуоресценции отдельных живых клеток [3, 4], полученным при возбуждении разными длинами волн видимого диапазона. Универсальность предложенной методики позволяет использовать ее для исследования любых цианобактериальных штаммов, как культивируемых, так и некультивируемых.

В данной работе дифференциация цианобактерий осуществляется искусственной нейронной сетью (ИНС) прямого распространения с одним скрытым слоем на основе 63 параметров, извлеченных из серии 7 спектров собственной флуоресценции, полученных для каждой исследуемой клетки *in vivo* [3]. Классификация производится по 16 классам, соответствующим 16 рассматриваемым штаммам цианобактерий. Для обучения ИНС используется метод обратного распространения ошибки, а в качестве метода обучения выбран метод наискорейшего спуска. Точность классификации составила 98.2%. Обучение нейронной сети проводилось на основе спектров собственной флуоресценции 16 штаммов цианобактерий. Еще 7 штаммов были выделены как тестовые, для проверки корректности работы нейронной сети по распознаванию новых штаммов.

Результаты работы ИНС представлены на Рис.1. На Рис.1 (а) представлены результаты классификации 268 наблюдений по 16 классам. Столбчатые диаграммы, отражающие правильность классификации по распределениям вероятностей для различных классов представлены на рис.1 (б). Каждый цвет в столбце соответствует одному из 16 целевых классов. Процентное соотношение цветов в столбце показывает распределение вероятности принадлежности к целевым классам.

В отличие от стандартных классификаторов, классификатор, построенный на основе ИНС, обладает так называемой способностью к обобщению. То есть ИНС способна распознавать новые, неизвестные ей штаммы цианобактерий и предлагать возможные варианты их



а б в

Рисунок 1. Результаты работы ИНС. (а) – результаты классификации, (б), (в) – результат распознавания соответствующих штаммов цианобактерий

родовой принадлежности. На рис.1 (в) представлен результат работы ИНС по 7 штаммам, не присутствовавшим в обучающей выборке. Штаммы *1336 Synechocystis* и *1315 Geitlerinema* классификатор отнес к близким родам *Microcystis* и *Geitlerinema*. А для остальных штаммов предложил возможные варианты классификации. Поскольку близких родов в обучающей выборке не было, предложено распределение вероятности по ближайшим целевым классам.

Данная классификация цианобактериальных штаммов проведена на основе статистического анализа математических характеристик спектров собственной флуоресценции отдельных живых клеток и исключает субъективность, присущую методам прямого микроскопирования проб. Кроме того, формализованный подход к обработке данных дает возможность автоматизировать процедуру классификации штаммов цианобактерий в натурных пробах при организации непрерывного мониторинга водных объектов.

Образцы штаммов цианобактерий предоставлены Ресурсным центром «Культивирование микроорганизмов» НП СПбГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Johnsen G.* et al. In-vivo absorption characteristics in 10 classes of bloom-forming phytoplankton-taxonomic characteristics and responses to photoadaptation by means of discriminant and HPLC analysis // Marine Ecology Progress Series. – 1994. – V. 105. – №. 1-2. – P. 149-157.
2. *Escoffier N.* et al. Quantifying phytoplankton communities using spectral fluorescence: the effects of species composition and physiological state // Journal of Plankton Research. – 2014. – Т. 37. – №. 1. – С. 233-247.
3. *N. Grigoryeva, L. Chistyakova*. Fluorescence Microscopic Spectroscopy for Investigation and Monitoring of Biological Diversity and Physiological State of Cyanobacterial Cultures. Chapter 2. pp. 11- 43 // In: Cyanobacteria, ed.by A. Tiwari, IntechOpen, 2018. P. 148.
4. *Григорьева Н.Ю, Чистякова Л.В., Лисс А.А.* Спектроскопические методы определения физиологического состояния синезеленых водорослей после слабых внешних воздействий // Океанология. – 2018. – Т. 58. – № 6. – С. 989–1000.

Краткая информация об авторах

Григорьева Наталия Юрьевна, к.ф.-м.н.
Старший научный сотрудник.
Специализация: Исследование биологических объектов методами флуоресцентной спектроскопии и конфокальной лазерной сканирующей микроскопии.
E-mail: renes3@mail.ru

Дина Данировна Снарская
Ведущий специалист РЦ «Культивирование микроорганизмов» НП СПбГУ.
Специализация: Культивирование и практическое использование различных одноклеточных эукариот и цианобактерий.
E-mail: dina.snarskaya@spbu.ru

Лисс Анна Александровна, к.т.н.
Заместитель заведующего кафедрой МО ЭВМ по учебной работе, доцент
Специализация: Мягкие вычисления, проектирование информационных систем, управление разработкой программного проекта, машинное обучение, верификация программ
E-mail: annaliss@mail.ru

Жангиров Тимур Рустамович
Студент
Специализация: Мягкие вычисления, статистические методы обработки данных, нейронные сети
E-mail: xxxtestxxx@yandex.ru

Перков Алексей Сергеевич
Студент
Специализация: Мягкие вычисления, статистические методы обработки данных, нейронные сети
E-mail: invecto@yandex.ru

Иванова София Андреевна
Студент
Специализация: Микро- и наноэлектроника, биосенсорика
E-mail: sofiia8888@gmail.com

N.Yu. Grigoryeva[1*], T.R. Zhangirov[2], A.S. Perkov[2],
S.A. Ivanova[2], A.A. Liss[2], D.D. Snarskaya[3]

NEURAL NETWORKS APPLICATION FOR ENVIRONMENTAL MONITORING OF CYANOBACTERIAL BLOOMS OF WATER BODIES

[1] St. Petersburg Research Center for Ecological Safety, Russian Academy of Sciences,
18, ul. Korpusnaya, St. Petersburg, Russia, 197110.
E-mail: renes3@mail.ru

[2] Saint-Petersburg state electrotechnical university
5, prof. Popov str., St.Petersburg, Russia, 197376.

[3] Saint-Petersburg state university
17 A, Botanicheskaya str., Saint-Petersburg, Russia, 198504.

Monitoring of cyanobacterial “blooms” of open water bodies requires direct assessment to species diversity of cyanobacterial communities. This paper presents an example of the use of neural network technologies for on-line differentiation of cyanobacterial strains according to their in vivo

single-cell fluorescence spectra. The trained neural network showed high rate of correct classification near 98.2% and steady recognition quality for new strains. The application of this technique will allow to increase the effectiveness of environmental monitoring by automatization of the process of differentiation of cyanobacterial strains in full-scale samples and by automatic revealing of potentially toxic groups among them.

Keywords: cyanobacteria; environmental monitoring; confocal fluorescence microscopic spectroscopy; neural networks; biological diversity.

Currently, the possibilities of on-line environmental monitoring of open water bodies are limited by incapability of automatization of a number of processes, such as determination of species diversity of cyanobacterial communities, and tracing of their physiological state, which finally defines the probability of toxic cyanobacterial blooms. It is well-known that the increase of the nitrates, phosphates, silicates, etc. concentrations in water, creates the optimal conditions for rapid, avalanche-like reproduction of cyanobacteria, or for so-called bloom formation. However, whether this "bloom" will be toxic is determined by the species diversity of a particular cyanobacterial community.

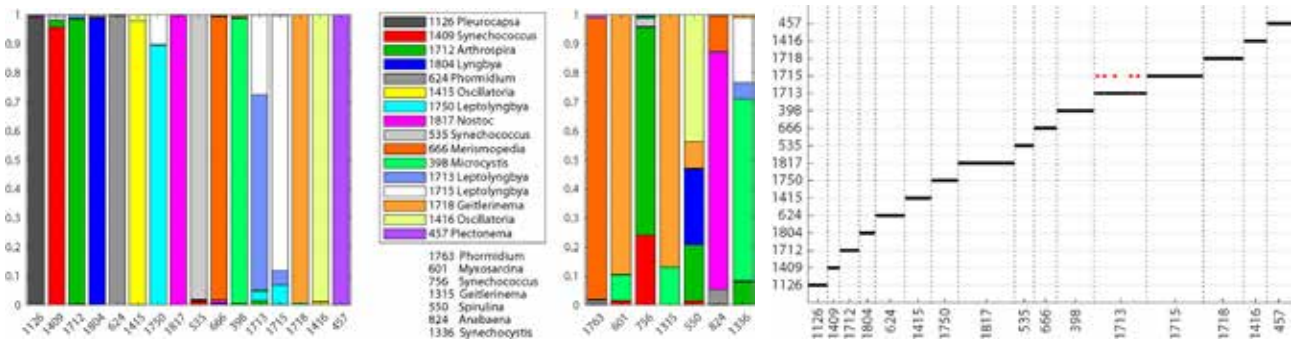
Generally, species diversity in field samples is investigated by direct optical microscopy. This method is labor-consuming and subjective, this eliminates its possible application for continuous on-line environmental monitoring. Alternative methods for phytoplankton species differentiation in field samples are spectrophotometric methods. They include the species determination of the photosynthetic organisms on the base of the different quantitative and qualitative composition of photoactive pigments in the photosynthetic apparatus [1, 2]. However, All these attempts of differentiation of these microorganisms were based on the study of the integral by optical spectra of the cultures as a whole, but not on the single-cell spectra. However, up to this time researchers have been able to distinguish only those large classes of phytoplankton that differ greatly by the inital set of main photopigments. Recently a novel technique for cyanobacterial genus/strain differentiation based on the analysis of a set of single-cell fluorescence spectra was elaborated by the authors of the present work. Using self-fluorescence spectra were obtained in vivo and upon excitation by different wavelengths of visible light [3, 4]. The generality of the proposed technique allows it to be used for investigstion of any cyanobacterial strains, both cultured and uncultivated.

In the presented work, differentiation of cyanobacterial strains is evaluated by means of feed-forward artificial neural network (ANN) with one hidden layer over 63 parameters, extracted from a set of 7 single-cell self-fluorescence spectra, obtained in vivo [3]. The classification is conducted by 16 classes, corresponding to 16 selected cyanobacterial strains. For ANN training the method of back error propagation is used, and the method of steepest descent is chosen as the teaching method. The achieved classification accuracy was 98.2%. The neural network was trained on the basis of self-fluorescence spectra of 16 cyanobacterial strains. Another 7 strains were identified as test ones, to verify the correctness of the neural network in recognizing new strains.

The results of the ANN recognition are presented in Fig.1. Fig.1 (a) represents the results of the classification of 268 experimental measurements by 16 classes. Bar graphs representing the correct classification by probability distributions for different classes are presented in Figure 1, (b). Each color in the column corresponds to one of the 16 target classes. The percentage rate of colors in the column shows the probability distribution of belonging to the target classes.

In contrast to standard classifiers, a classifier built on the base of ANN has the so-called generalization ability. It means that ANN is able to recognize new strains of cyanobacteria that were previously unknown for it and suggest possible variants of their generic affiliation to known classes. In Figure 1, (c) the ANN classification results for 7 strains, that were not presented in the training set, is shown. The strains of 1336 Synechocystis and 1315 Geitlerinema classifier relates to the close genera Microcystis and Geitlerinema, correspondingly. And for remaining strains, it proposed possible classification options. Since there were no closely related classes in the training set, a probability distribution for the nearest target classes was suggested.

The presented classification of cyanobacterial strains was conducted on the base of the statistical analysis using mathematical characteristics of self-fluorescence spectra of individual living cells and thus it excludes the subjectivity, typical for direct microscopy observation methods. In addition, such strict formalization of data processing makes it possible to automatizate the whole procedure of cyanobacterial strains differentiation in natural samples, while organizing continuous monitoring of water bodies.



a b c

Fig. 1. The results of ANN calculations. (a) – general classification results. (b), (c) – the results of recognition of the corresponding cyanobacterial strains

Cyanobacterial strains were provided by the Core Facility Centre for Culture Collection of Microorganisms of Research Park of Saint-Petersburg State University.

REFERENCES

1. *Johnsen G.* et al. In-vivo absorption characteristics in 10 classes of bloom-forming phytoplankton-taxonomic characteristics and responses to photoadaptation by means of discriminant and HPLC analysis // Marine Ecology Progress Series. – 1994. – V. 105. – №. 1-2. – P. 149-157.
2. *Escoffier N.* et al. Quantifying phytoplankton communities using spectral fluorescence: the effects of species composition and physiological state // Journal of Plankton Research. – 2014. – T. 37. – №. 1. – C. 233-247.
3. *N. Grigoryeva, L. Chistyakova.* Fluorescence Microscopic Spectroscopy for Investigation and Monitoring of Biological Diversity and Physiological State of Cyanobacterial Cultures. Chapter 2. pp. 11- 43 // In: Cyanobacteria, ed.by A. Tiwari, IntechOpen, 2018. P. 148.

4. *N. Yu. Grigoryeva, L. V. Chistyakova, A.A. Liss*. Spectroscopic Techniques for Estimation of Physiological State of Blue-green Algae after Weak External Action // Oceanology. – 2018. – Vol. 58. – № 6. – P. 989–1000.

Brief information about authors

Grigoryeva N. Yu. PhD (Phys.)
Senior research fellow
Area of expertise: Methods of fluorescence spectroscopy and confocal laser scanning technique for investigation of biological objects.
E-mail: renes3@mail.ru

Snarskaya D. D.
Leading specialist of core facility center Center for Culture Collection of Microorganisms SPSU
Area of expertise: Supply and practical use of different protists and cyanobacteria.
E-mail: dina.snarskaya@spbu.ru

Liss A. A. PhD (Tech.)
Deputy Head of the Department MO EVM, associate professor
Area of expertise: Soft computing, design of information systems, management of the software project development, machine learning, program verification.
E-mail: annaliss@mail.ru

Zhangirov T.R.
Student
Area of expertise: Soft computing, statistical methods for data processing, neural networks
E-mail: xxxtestxxx@yandex.ru

Perkov A.S.
Student
Area of expertise: Soft computing, statistical methods for data processing, neural networks
E-mail: invecto@yandex.ru

Ivanova S.A.
Student
Area of expertise: Micro- and Nanoelectronics, biosensors
E-mail: sofiia8888@gmail.com

УДК 599,745.31

М. В. Веревкин[1*], М. Юсси[2], К. Николлс[3]

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ И ХАРАКТЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКВАТОРИИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОЙ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПОЙ

[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский Научный центр Российской академии наук. Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, дом 5
*** e-mail vermiv@yandex.ru**

[2] Некоммерческая консалтинговая компания «Морские исследования »
Vintriku, Saula k., Kose vald, Harjumaa , EE75101, Эстония

[3] Компания Nord Stream 2 AG,
Баарерштрассе 52, 6300, г. Цуг, Швейцария

В данной статье представлены данные характера использования и распределения балтийской кольчатой нерпы акватории Финского залива. Наблюдения проведены методом телеметрии примерно за 10% популяции.

***Ключевые слова**:* балтийская кольчатая нерпа; район обитания; численность популяции; телеметрия; Финский залив.

Введение: Балтийское море, как внутреннее море Европы, подвержено интенсивному антропогенному воздействию, а Финский залив подвергается наибольшему влиянию со стороны человека. Со второй половины 1990-х гг. на побережье Финского залива активно ведется строительство морских терминалов, увеличивается грузовой поток судов, что обостряет проблему беспокойства для ластоногих. Эксплуатация фарватеров, ведущих к крупным портам, отрицательно влияет на морских млекопитающих, особенно в зимний период, когда ледоколами взламываются льды, на которых тюлени размножаются. Изменение экологических условий и увеличение рыболовной нагрузки приводит к сокращению рыбных запасов, что усиливает проблему конкурентных отношений за рыбу между рыбаками и тюленями.

На двенадцатом заседании экспертной группы ХЕЛКОМ по морским млекопитающим была отмечена крайне низкая численность популяции кольчатой нерпы в Финском заливе. В 2018г. в акватории России, Финляндии и Эстонии учтены только 113 особей нерпы.

Изначально сокращение численности было связано с загрязнением окружающей среды, развитием рыболовства и охоты на тюленей. В течение десятилетий охота на тюленей не ограничивалась, поэтому зверобойный промысел носил хищнический характер и в некоторые годы превышал естественный прирост. Кроме того, нерпу истребляли как вредителя рыбного хозяйства. В территориальных водах СССР промысел балтийской кольчатой нерпы запрещен с 1979 г., несмотря на это ее численность в Финском заливе продолжала падать. На современ-

ном этапе основными лимитирующими факторами являются потепление климата, загрязнение окружающей среды и возрастающий фактор беспокойства.

Регулярные исследования кольчатой нерпы лежат в основе разработки эффективных мероприятий, направленных на сохранение популяции данного вида. В контексте рационального природопользования и охраны нерп основное внимание уделяется местам их размножения на льду и залежкам. Именно здесь, благодаря относительной доступности, обычно собираются данные с применением методов аэрофотосъемки и исследований с судов. Тем не менее, нерпы проводят значительную часть времени (более 60%) в открытом море и под водой. Таким образом, для разработки эффективных мер по охране популяции важно иметь представление о том, как нерпы используют морскую среду. Телеметрические исследования с установкой на нерпах GPS-датчиков позволяют собирать наиболее полную информацию о поведении нерп и характере их перемещений.

Материал и методика: Работы по программе «Изучение балтийской кольчатой нерпы в Финском заливе методом телеметрии» в партнерстве с компанией Nord Stream 2 AG начаты в 2017г. Компания Nord Stream 2 AG проводит данные работы в рамках Стратегии социальных и экологических инициатив, разработанной для реализации проекта на участке газопровода в России. В 2017г. отловлены и помечены 9 (3 самки и 6 самцов) особей кольчатой нерпы. В 2018г. отловлены и помечены 2 самки кольчатой нерпы. Одиннадцать помеченных животных составляет примерно 10% всей популяции. С целью пополнения научного банка данных, а также с целью получения дополнительной информации о поведении кольчатой нерпы во время прокладки газопровода, намечено продолжение исследований в 2019 г.

Для отлова кольчатой нерпы в Финском заливе используются сети из лески с толщиной лески не менее 1мм и ячеёй 140-170мм между узлами. Сети специально готовятся для отлова ластоногих, нижний подбор устанавливается максимально облегченным и не мешает пойманным животным подняться на поверхность для дыхания. Сетка устанавливается на поверхности воды не в натянутом, а свободном состоянии, грузы крепятся только к верхнему подбору, нижний подбор остается свободным. После отлова животное доставляется на берег, взвешивается, измеряется и помечается датчиком, после чего отпускается на волю. Метка GPS/GSM приклеивается на спину животного быстро сохнущим (20 секунд) супер клеем. Вся процедура занимает не более получаса. Данные о местоположении меченых животных, глубине их ныряния, времени в воде и на суше доступны по сети общего пользования GSM.

Результаты: Результаты исследований 2017-2018 гг. и предварительные данные 2018-2019 гг. показали, что все меченые животные оставались в Финском заливе в акватории трех стран: России, Финляндии и Эстонии (Рис.1). Самая западная точка в маршруте нерпы была отмечена зимой по северному берегу в водах Финляндии в районе о.Валас (25,745° в.д.). Самая восточная точка была отмечена в предыдущих исследованиях (2014) в осенний период до появления льда севернее о.Котлин восточнее северной части дамбы (29,948° в.д.). В безледный период, с мая по октябрь, все меченые животные обитали в южной части Финского залива. В октябре – декабре нерпы начинали делать кратковременные, на несколько дней, маршруты к северному берегу и в шхеры по российскому и финскому побережью. Маршруты на восток и запад, в том числе на самые дальние зарегистрированные места, также приходятся на осенний период. После появления льда, который в первую очередь появляется на севере и востоке залива, животные остаются там, где есть ледяные поля. Залив замерзает с востока на запад и с

продвижением кромкой льда отмечено смещение центров участков обитания на запад. В период размножения нерпы находятся там, где есть стабильные припайные льды у северного берега и на краю шхер в Финляндии и России. После таянья льда в мае ластоногие откочевывают к южному берегу. В период май – середина июня у нерп завершается линька, поэтому в этот период они проводят примерно 60-80% времени на суше [1]. С июня до конца августа меченые нерпы все время проводили в воде, крайне редко выходили на сушу. В этот период участок обитания располагался исключительно в кормовом районе. Эта акватория могла находиться в том же месте, что и район залежек либо на значительном расстоянии. Наибольшее зарегистрированное расстояние между местом залежки и летним кормовым районом составило 70 км. Основные районы кормежек меченых нерп были приурочены к местам изменения рельефа дна, в основном к котловинам. В районе Кургальского полуострова это фарватеры с глубиной 40-50м, в районе островов Малый Тютерс и Виргины на склоне дна котловины с перепадом по глубине до 70-80м. В конце августа - сентябре нерпы начинали образовывать залежки, соответственно кормились в районе островов и рифов где они выходили на сушу на островах: Мощный, Малый, Малый Тютерс, Сескар и Островной и рифы: Кургальский и Кискольский. Среди меченых нерп самки уходили на значительные расстояния в районы кормежки, самцы более консервативно использовали свой участок обитания, у самцов откочевки отмечены в связи со становлением и таяньем льда. Наибольшая плотность треков и мест залежек в период отсутствия льда находится в районе северной части Кургальского полуострова и островов: Мощный и Малый, в зимнее время, в период размножения это северное побережье Финского залива (Рис.1). Полученные данные о поведении кольчатой нерпы коррелируются с результатами предыдущих телеметрических исследований в Финском заливе. Данные свидетельствуют о чрезвычайной важности Кургальского рифа и прилегающей территории архипелага как основного района обитания популяции.

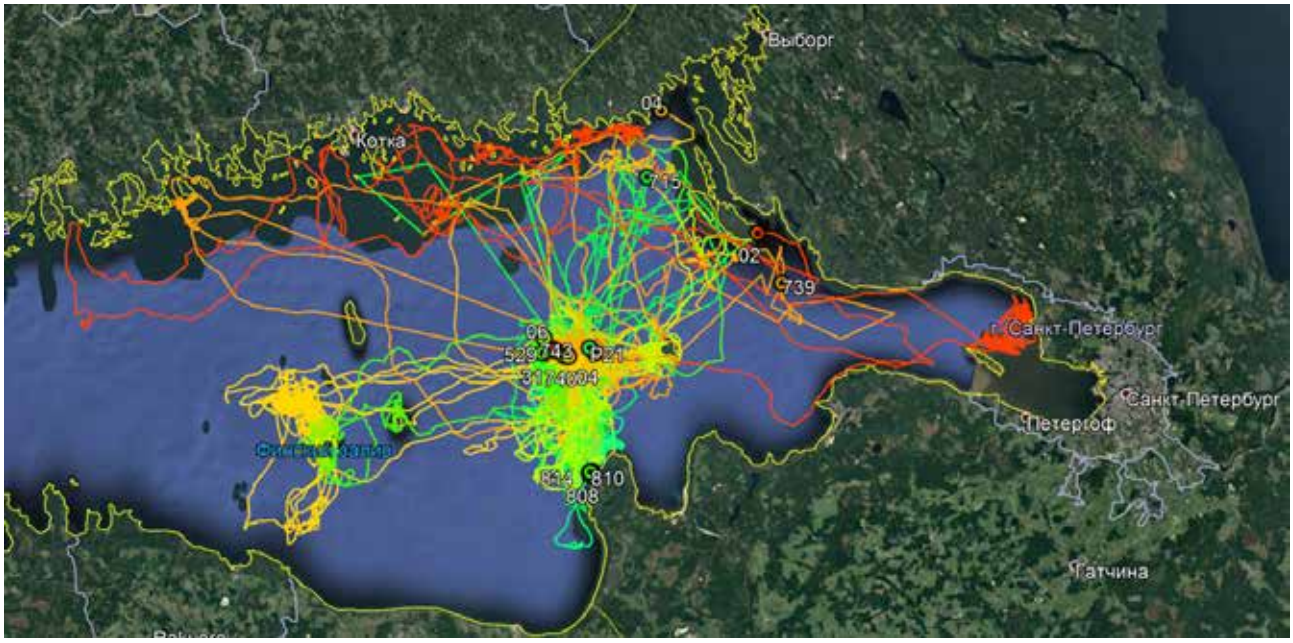
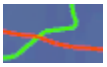


Рисунок 1. Акватория Финского залива, использовавшаяся мечеными балтийскими кольчатыми нерпами


- маршруты кольчатых нерп

Выводы: Численность популяции балтийской кольчатой нерпы в Финском заливе крайне мала, популяция занимает ограниченную акваторию залива. Нерпы выбирают и используют районы наиболее благоприятные для их жизни, при этом они наиболее уязвимы в случае антропогенного воздействия на эти территории. При учтенной численности кольчатой нерпы 113 особей на льду этот подвид в восточной части Балтийского моря находится под угрозой исчезновения. Проведение регулярных исследований, в том числе методом телеметрии, необходимо для пополнения научной базы и разработки эффективной стратегии сохранения данного вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Carlens, H., Lydersen, C., Krafft, B.A. and Kovacs, K.M.*, Spring haul-out behavior of ringed seals (Pusa hispida) in Kongsfjorden, Svalbard. Marine Mammal Science.- 2006. 22(2). - P. 379-393.

Краткая информация об авторах

Веревкин Михаил Владимирович. Научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургский Научный центр РАН, член объединенного научного совета «Экология и природные ресурсы», Член экспертной группы ХЕЛКОМ по морским млекопитающим.

Юсси Март. Эксперт по морским млекопитающим и консультант по вопросам экологии Эстонской некоммерческой организации «Про Маре». Член международной экспертной группы по вопросам охраны и изучения морских млекопитающих в Балтийском и Каспийском морях.

Николлс Карина. Работает в компании Nord Stream 2 AG в должности эксперта по вопросам охраны окружающей среды с 2015 года. Окончила географический факультет Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносов. Компания Nord Stream 2 AG реализует проект строительства газопровода «Северный поток – 2» через Балтийское море для поставок российского газа на рынок ЕС.

UDC 599,745.31

M.V. Verevkin[1*], M. Jussi[2], K. Nicholls[3]

POPULATION STATUS AND PATTERN OF USE OF THE GULF OF FINLAND BY THE BALTIC RINGED SEAL

[1] Federal State-Funded Scientific Institution, St. Petersburg Science Centre of the Russian Academy of Sciences. Russia, 199034, St. Petersburg, 5 Universitetskaya Naberezhnaya, *Email vermiv@yandex.ru

[2] Non-Profit Marine Research Consulting Company "Pro Mare" Saula, EE75101, Estonia

[3]Nord Stream 2 AG,
Baarerstrasse 52, 6300, Zug, Switzerland

The article presents the pattern of use of the Gulf of Finland and distribution of the Baltic ringed seal. The study was performed by telemetry tracking of approximately 10% of the estimated population.

***Keywords**:* Baltic ringed seal; distribution; population size; telemetry; Gulf of Finland.

Introduction: As Europe's inland sea, the Baltic is subject to intense anthropogenic pressure, and the Gulf of Finland is the most affected by human activity. Since the second half of the 1990s the Gulf of Finland coast has undergone extensive development including the construction of sea freight terminals, involving increased shipping traffic, which has exacerbated the problem of disturbance to wildlife. Navigation in the sea channels leading to large ports adversely affects marine mammals, especially in the winter period when the ice on which the seals breed is broken up by icebreakers. The changing environmental conditions and increased fishing load is causing fish stocks to decline, thereby intensifying competition between the fishermen and the seals for the available fish.

At the twelfth HELCOM meeting of marine mammal expert group, the extremely low population of the ringed seal in the Gulf of Finland was noted. In 2018, only 113 seals were counted in the waters of Russia, Finland and Estonia.

Initially, the decline in numbers was attributed to environmental pollution, expansion of fisheries, and seal hunting. For many decades seal hunting was not subject to any restrictions, and therefore the seal catch was rapacious and uncontrolled, in some years exceeding the natural recruitment level. Seals were also targeted as pests in commercial fisheries. Commercial exploitation of the Baltic ringed seal has been banned in the territorial waters of the USSR since 1979, despite which its numbers in the Gulf of Finland have continued to decline. The main limiting factors at present are climate change in combination with environmental pollution and increasing disturbance factor.

Systematic research of the ringed seals is the basis for development of effective measures to preserve ringed seals population. In the context of conservation and management of seals main attention has been paid mostly to sites where seals can be seen, i.e. ice fields during breeding and haul-outs. This is where usually observational data is collected due to easy access using known aerial and vessel based survey methods. Still, seals spend substantial part of their time, over 60%, diving in offshore waters. It is important to know sea use by seals for development of effective conservation measures. Telemetry studies using GPS tags deployed on seals allow to collect necessary information on seals behavior and movement patterns.

Material and methodology: Work under the programme "Telemetry Study of the Baltic Ringed Seal in the Gulf of Finland" began in 2017 in partnership with Nord Stream 2 AG. Nord Stream 2 AG supports the work as part of Environmental and Community Initiatives specifically developed for the Russian section of the project. In 2017, nine specimens of the ringed seal (3 females and 6 males) were caught and tagged. In 2018, two female ringed seals were caught and tagged.

These eleven tagged animals account for approximately 10% of the total population. It is planned to continue the research in 2019 with a view to enhancing scientific data bank as well as obtaining additional information on ringed seal behavior during pipeline construction.

Ringed seals are caught in the Gulf of Finland using nets with a filament thickness not less than 1 mm and mesh size of 140-170 mm between knots. The nets are specially configured for catching pinnipeds, the bottom rope being set as loosely as possible so as not to interfere with the animal's ability to rise to the surface to breathe. The net is set at the surface of the water in the non-tensioned loose condition, with mooring attached only to the head rope, while the bottom rope remains free. Following capture the animal is delivered to the shore, weighed, measured, tagged and released. The GPS/GSM tag is glued onto the animal's back with instant super glue. The entire procedure takes no more than half an hour. Data on the location of the tagged animals, diving depth, time spent in the water and on land, is gathered via the public GSM network.

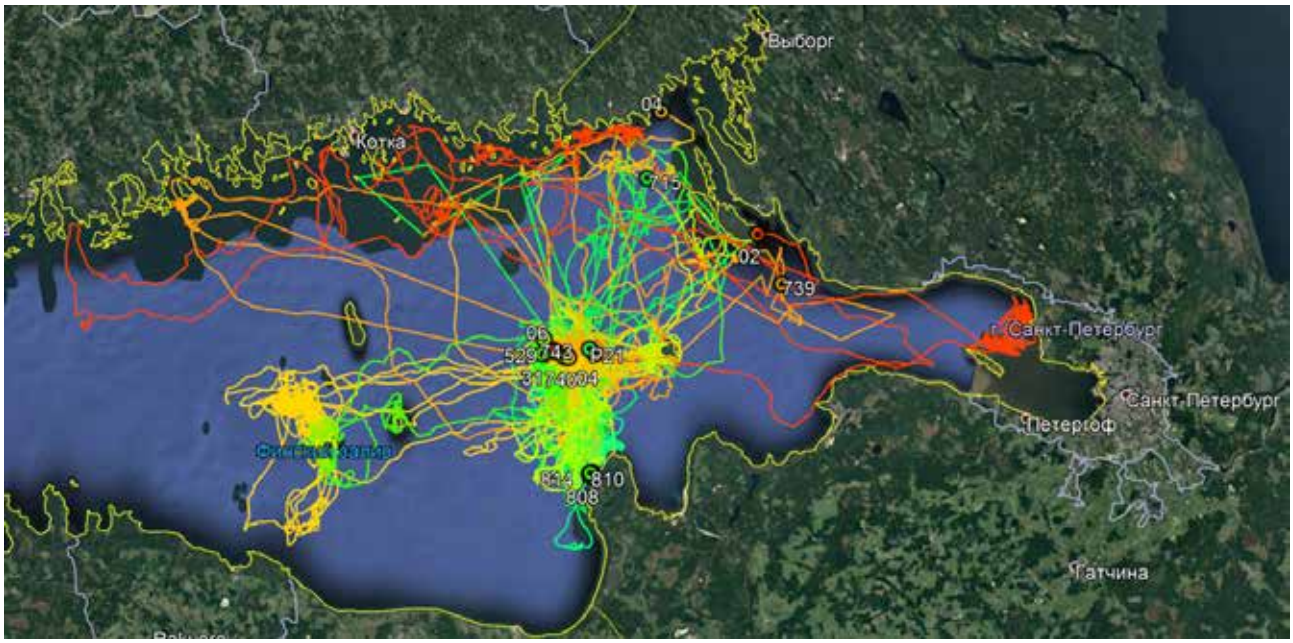
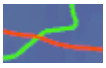


Fig. 1. The water area of the Gulf of Finland used by the Baltic ringed seals

 - ringed seal tracks

Results: Results of 2017-2018 and preliminary results of 2018-2019 showed that all tagged animals remained within the Gulf of Finland in the waters of three countries: Russia, Finland and Estonia (Fig. 1). The westernmost point in the seal movements was noted during the winter along the northern coast in Finnish waters – near Valas Island (25.745° E). The easternmost point was noted in the autumn of 2014 study before the appearance of ice north of Kotlin Island to the east of the dam (29.948° E). During the ice-free period from May to October, all of the tagged animals remained in the southern part of the Gulf.

Between October and December ringed seals began to make short-duration journeys lasting several days to the northern coast and to the skerries along the Russian and Finnish coasts. Eastward and westward movements, including to the furthest recorded locations, also occurred during the autumn. After the onset of ice, which first appears in the north and east of the Gulf, the seals remained in the ice fields. The bay freezes from east to west and, as the ice edge progresses, the occupied areas shift westward. During the breeding season, the seals are located where there is stable fast ice on the

northern shore and on the edge of the skerries in Finland and Russia. Following the break-up and melting of the ice in May, the pinnipeds migrate to the southern coast. The seals complete their moult in the period from May to mid-June, during which they spend approximately 60-80% of the time on land [1]. From June to the end of August the tagged seals spent most of their time in the water, very rarely coming out onto the land. During this period, the occupied areas were associated to the feeding grounds in the vicinity of the haul-out area or at a considerably greater distance. The longest recorded distance between the haul-out site and the summer feeding grounds was 70 km. The main feeding areas of the tagged seals occurred in places of variable seabed topography, mainly slopes. In the vicinity of Kurgalsky Peninsula these take the form of 40-50 m deep sea channels, and in the area of Maly Tyuters and Virginy islands, dropping to depths of 70-80 metres. In late August and September the seals began to gather at haul-outs and, accordingly, their feeding areas were closer to the islands and reefs where they rised onto stones: Moshchny, Maly, Maly Tyuters, Seskar and Ostrovnoy islands, and the Kurgalsky and Kiskolsky reefs. In the tagged seal group, the females travelled a considerable distance to feeding areas, whereas the males used the habitat more conservatively, their movements being more closely correlated with the formation and melting of ice. The highest density of tracked movements and haul-out sites during the ice-free period is on the north of the Kurgalsky peninsula and the Moshchny and Maly islands. In winter, during the breeding season, there is a shift to the northern coast of the Gulf of Finland (Fig. 1). The recorded seal behavior matches the results from earlier telemetry projects in the Gulf of Finland. Importance of Kurgalsky and adjacent archipelago area as a core distribution region is strongly supported by the new data.

Conclusions: The Baltic ringed seal population in the Gulf of Finland is extremely small and occupies a limited water area in the Gulf. Seals choose and use the most favorable habitats for themselves, and are most vulnerable in case of anthropogenic impact in these areas. Based on the count of ringed seals, totalling 113 individuals on the ice, this subspecies is endangered in the eastern part of the Baltic Sea. Regular research, including telemetry studies, is necessary to enhance scientific knowledge and development of effective conservation strategy.

REFERENCES

1. *Carlens, H., Lydersen, C., Krafft, B.A. and Kovacs, K.M.*, Spring haul-out behavior of ringed seals (Pusa hispida) in Kongsfjorden, Svalbard. Marine Mammal Science.- 2006. 22(2). - P. 379-393.

Brief information about the authors

Mikhail Vladimirovich Verevkin. Research Fellow at the Federal State budget institution of sciences St. Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (SPbSC RAS), Member of the Joint Scientific Council “Ecology and Natural Resources”. A member of the HELCOM marine mammals expert group.

Mart Jussi. Marine mammal expert and ecology consultant in Estonian non-governmental organisation Pro Mare. A member of international expert groups advising on conservation and management of marine mammals in the Baltic and Caspian seas.

Karina Nicholls. Works in Nord Stream 2 AG as environmental expert since 2015. Graduated from Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography. Nord Stream 2 AG implements Nord Stream 2 Pipeline project through the Baltic Sea to deliver gas to EU market.

УДК 574.52; 575.224

Л.В. Барабанова, Е.И. Михайлова

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 199034
E-mail: l.barabanova@spbu.ru

Постоянно возрастающее активное использование водной среды и прибрежных территорий Балтийского моря неизбежно ведет к росту антропогенной нагрузки на состояние биоты в данном регионе. Биоиндикация и биомониторинг традиционно занимают ведущие позиции для разработки превентивных мер снижения отмечаемого давления на живые организмы, включая человека. Данные подходы предоставляют информацию, которая позволяет оценивать степень возникающей опасности антропогенного воздействия на экосистемы. Однако, наряду с выявлением уже возникших изменений в функционировании биологических систем, данные подходы не позволяют оценивать первичные нарушения, происходящие на уровне генетического материала, а также осуществлять прогноз отдаленных последствий негативного воздействия на изучаемую экосистему в целом. Решением поставленной задачи может служить генетический мониторинг, прошедший неоднократную апробацию на примере природных видов-индикаторов, обитающих в Балтийском море.

Ключевые слова: Балтийское море; антропогенная нагрузка; виды-индикаторы; генетический мониторинг.

Известно, что в целом ряде случаев действие факторов окружающей среды выступает в качестве стрессовых воздействий, приводящих к разного рода генетическим изменениям. Эти первичные реакции, в свою очередь, обуславливают последующие изменения функционирования биологических систем на разных уровнях, включая клеточную пролиферацию и дифференцировку, работу биохимических и физиологических процессов, состояние иммунной и репродуктивной систем организмов и многое другое. Все это определяет необходимость и важность использования генетических критериев в качестве адекватных индикаторов действия факторов окружающей среды на изучаемую биосистему [1, 2].

Многолетние исследования авторов были посвящены разработке подходов, которые позволяют осуществлять биоиндикацию состояния окружающей среды в непосред-

ственном месте локализации действующего фактора среды с возможностью оценки его повреждающего действия, в том числе и на генетический материал тестируемой биосистемы. Первоначально в качестве объекта исследований была выбрана дрозофила, которая вплоть до настоящего времени является модельным объектом генетической токсикологии. Для дрозофилы разработаны специальные методы, позволяющие осуществлять оценку генотоксического действия многочисленных компонентов загрязнения окружающей среды, связанных с антропогенной деятельностью [3]. В нашей работе для проверки состояния водной среды Балтийского моря были взяты пробы воды в разных точках Финского залива, которые служили одним из компонентов в составе питательной среды дрозофилы при ее культивировании в лабораторных условиях. Критериями повреждающего действия на живой организм служили показатели эмбриональной смертности на стадии яйца, так называемые доминантные летальные мутации (ДЛМ), аномалии развития гонад у самок и нарушения формирования крыловых пластинок (крыловые морфозы). Контрольным вариантом была использована среда, приготовленная традиционным способом на основе водопроводной воды. Удалось показать, что целый ряд проб воды, взятых из отдельных точек Финского залива, продемонстрировал генотоксическое действие в отношении рассчитанной частоты эмбриональной гибели, а также аномалий развития соматических и половых органов. Эксперименты, проделанные на дрозофиле в лабораторных условиях, стали предпосылкой для разработки второго направления исследований состояния водной среды Балтийского моря, направленного на выяснение генетических механизмов наблюдаемых нарушений развития.

Исследования, направленные на использование цитогенетических методов анализа, оценивающих стабильность генома на уровне организации генетического материала, потребовали проведения предварительной работы, связанной с поиском природных видов-индикаторов. Последние должны были отвечать целому ряду требований, которые позволяли использовать их в качестве объектов цитогенетического анализа, с одной стороны, и объектов генетического мониторинга, - с другой. Результаты исследований показали, что обитающие в Балтийском море виды ракообразных могут служить удобным инструментом в ранней цитогенетической диагностике антропогенных изменений водных экосистем. Важными преимуществами данной группы гидробионтов является их многочисленность, широкая распространенность, а также наличие достаточного числа активно делящихся митотических клеток. Последнее из перечисленных достоинств этой группы предоставляет уникальную возможность использования одного из генетических критериев в оценке возникающих нарушений генома в процессе эмбрионального развития как на уровне хромосомной организации, так и на молекулярном уровне [4]. Проведенные с использованием ряда природных видов-индикаторов исследования отдельных мест их обитания в Финском заливе с контрастной антропогенной нагрузкой продемонстрировали высокую эффективность предлагаемого подхода для генетического мониторинга. Выявленные таким образом районы повышенного антропогенного воздействия с учетом отдаленных последствий на существующие экосистемы должны быть включены в реестр первоочередных природоохранных мероприятий с целью поддержания устойчивого развития Балтийского моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Год Финского залива – 2014: сб. мат. первой научной конференции СПбГУ, Санкт-Петербург, 2012, С. 71-77.
2. *Даев Е.В., Дукельская А.В., Барабанова Л.В.* Цитогенетические методы индикации экологической напряженности в водных и наземных биосистемах // Экологическая генетика. – 2014. - №2. – С. 3-10.
3. Биологический контроль окружающей среды: генетический мониторинг: учеб. пособие для студ. высш. проф. образования. Под ред. Гераськина С.А. и Сарапульцевой Е.И. - М. : Издательский центр «Академия», 2010. - С.208.
4. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем III: мат. межд. конф., Санкт-Петербург, 2017, С. 22-27.

Краткая информация об авторах

Барабанова Лариса Владимировна, к.б.н., доцент.
Доцент кафедры генетики и биотехнологии.
Специализация: разработка методов генетического мониторинга с использованием природных видов-индикаторов, а также организмов-вселенцев для оценки первичных нарушений генетического материала под действием антропогенной нагрузки.
E-mail:l.barabanova@spbu.ru

Михайлова Елена Игоревна, д.б.н., доцент
Доцент кафедры генетики и биотехнологии СПбГУ
Специализация: цитогенетический анализ модельного организма-вселенца G.fasciatus и его применение в экологических исследованиях.
E-mail: emikhailova2010@gmail.com

L.V. Barabanova, E.I.Mikhailova

GENETIC MONITORING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE BALTIC SEA

Saint-Petersburg State University
Universitetskaya emb., 7/9, St.Petersburg, Russia, 199034
E-mail: l.barabanova@spbu.ru

The constantly increasing active use of the aquatic environment and the coastal areas of the Baltic Sea inevitably leads to an increase in anthropogenic pressure on the state of biota in this region. Bioindication and biomonitoring traditionally occupy a leading position for the development of preventive measures to reduce the observed pressure on living organisms, including humans. These approaches provide information that allows assessing the degree of emerging anthropogenic impact on ecosystems. However, along with the identification of changes that have already occurred in the

functioning of biological systems, these approaches do not allow to evaluate the primary disturbances occurring at the level of genetic material, as well as to forecast the long-term effects of negative impact on the studied ecosystem as a whole. The solution of this task can serve as genetic monitoring, which has been repeatedly tested on the example of natural indicator species inhabiting the Baltic Sea.

Keywords: the Baltic Sea; anthropogenic load; indicator species; genetic monitoring.

It is known that in a number of cases the action of environmental factors acts as a stressful effect, leading to various kinds of genetic changes. These primary reactions, in turn, determine the subsequent changes in the functioning of biological systems at different levels, including cell proliferation and differentiation, the work of biochemical and physiological processes, the state of the immune and reproductive systems of organisms, and much more. All this determines the necessity and importance of using genetic criteria as adequate indicators of the action of environmental factors on the biosystem under study.

Long-term studies of the authors were devoted to the development of approaches that allow bioindication of the state of the environment in the immediate place of localization of the active environmental factor with the possibility of assessing its damaging effects, including the genetic material of the tested biosystem. Initially, drosophila was chosen as the object of research, which until now is a model object of genetic toxicology. For drosophila, special methods have been developed that allow the assessment of the genotoxic effect of numerous components of environmental pollution associated with anthropogenic activity. In our work, water samples were taken at various points of the Gulf of Finland to test the state of the aquatic environment of the Baltic Sea, which served as one of the components of the drosophila nutrient medium when it was cultivated under laboratory conditions. The criteria for the damaging effect on the living organism were indicators of embryonic mortality at the egg stage, the so-called dominant lethal mutations (DLM), anomalies of gonad development in females and impaired formation of wing plates (wing morphoses). The control was used the medium prepared in the traditional way on the basis of tap water. It was possible to show that a number of water samples taken from individual points of the Gulf of Finland demonstrated a genotoxic effect in relation to the calculated frequency of embryonic death, as well as abnormalities in the development of somatic and genital organs. The experiments performed on the fruit flies in laboratory conditions became a prerequisite for the development of the second research direction of the aquatic environment of the Baltic Sea, aimed at clarifying the genetic mechanisms of the observed developmental disorders.

Studies aimed at using cytogenetic methods of analysis, evaluating the stability of the genome at the level of organization of genetic material, required preliminary work related to the search for natural indicator species. The latter had to meet a variety of requirements that allowed them to be used as objects of cytogenetic analysis, on the one hand, and objects of genetic monitoring, on the other. Research results have shown that crustacean species in the Baltic Sea can serve as a convenient tool in the early cytogenetic diagnosis of anthropogenic changes in aquatic ecosystems. Important advantages of this group of hydrobionts are their abundance, widespread prevalence, as well as the presence of a sufficient number of actively dividing mitotic cells. The last of the listed advantages of this group provides a unique opportunity to use one of the genetic criteria in assessing emerging genome disorders in the process of embryonic development, both at the level of chromosomal organi-

zation and at the molecular level. Conducted using a number of natural species-indicators, studies of individual habitats in the Gulf of Finland with contrasting anthropogenic load demonstrated the high efficiency of the proposed approach for genetic monitoring. The areas of increased anthropogenic impact identified in this way, taking into account the long-term effects on existing ecosystems, should be included in the register of priority environmental protection measures in order to maintain sustainable development of the Baltic Sea.

Brief information about the authors

Barabanova L.V. PhD (Genet.)
Associate Professor
Area of expertise: development of methods for genetic monitoring using natural indicator species, as well as invasive organisms for the assessment of primary violations of genetic material under the influence of anthropogenic load.
E-mail: l.barabanova@spbu.ru

Mikhailova E.I. PhD, DSc
Associate Professor
Area of expertise: Cytogenetic analysis of the model alien amphipod *G. fasciatus* and its implementation for ecological studies
E-mail: emikhailova2010@gmail.com

УДК [574.632 : 574.587].087.1

Е.В. Балушкина, С.М. Голубков

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ ДОННЫХ ЖИВОТНЫХ В ЭСТУАРИИ РЕКИ НЕВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО СТРЕССА

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук
Россия, 199039, Санкт-Петербург, Университетская наб., дом 1
E-mail: balushkina@zin.ru; golubkov@zin.ru

Сохранение и восстановление биологического разнообразия – одна из приоритетных задач Плана Действий по Балтийскому морю. На примере долговременных исследований эстуария р. Невы получены количественные характеристики показателей видового богатства и видового разнообразия, численности и биомассы зообентоса в зависимости от качества воды. Цель работы оценить на основе методов экологического нормирования влияние факторов среды обитания на качество вод и состояние экосистемы эстуария реки.

Ключевые слова: биоразнообразие; антропогенное воздействие; зообентос; качество воды; оценка.

Долговременные исследования Зоологического института показывают, что состояние биологических сообществ восточной части Финского залива напрямую связаны с качеством воды и донных отложений, отражая такие антропогенные воздействия как эвтрофирование открытых и прибрежных вод Финского залива, загрязнения их токсическими веществами.

Настоящее исследование основано на пробах макрозообентоса, собранных сотрудниками Зоологического института РАН в 1982-1983 и 1994-2017 годах. Пробы макрозообентоса (более 350 в Невской губе и 250 в восточной части Финского залива) были использованы для анализа видового состава, количественных характеристик зообентоса и оценки качества воды и состояния экосистемы Невской губы и восточной части Финского залива. Для оценки качества воды и состояния экосистем эстуария р. Невы мы использовали интегральный показатель *IP'*, специально разработанный для водоемов и рек Северо-запада России. Он основан на структурных характеристиках зообентоса и позволяет учитывать загрязнение токсическими и органическими веществами.

Токсическое загрязнение и эвтрофирование Невской губы оказывали сильное влияние на видовое богатство и видовое разнообразие зообентоса. Например, в 2005–2009 гг. с ростом концентрации нефтепродуктов в придонных водах и донных отложениях Невской губы величины интегрального показателя *IP'* возрастали. Зависимость *IP'* от концентрации нефтепродуктов описана линейным уравнением:

$y=7.13x+58.88$,

где концентрация нефтепродуктов выражена в ppm, величины IP' в %. Коэффициент корреляции в уравнении зависимости *IP'* от концентрации нефтепродуктов высок R=0.93 (P~0.05). Средние значения концентраций нефтепродуктов - в разные годы были рассчитаны по 115 пробам и соответствующие средние значения *IP'* по 61пробе на исследованных станциях.

На обилие зообентоса влияют рытье и отсыпка донных отложений, а также создание новых участков под застройку в Санкт-Петербурге. Например, создание нового пассажирского порта в восточной части Невской губы в середине 2000-х годов привело к значительному увеличению содержания взвешенных веществ в воде. Это, в свою очередь, привело к многократному уменьшению численности крупных моллюсков Unionidae в зообентосе залива.

Статистический анализ величин видового богатства и видового разнообразия, численности и биомассы донных животных на разных станциях Невской губы позволил получить средние значения для отдельных классов вод. Расчеты выполнены на примере 252 исследованных станций.

Видовое богатство (среднее число видов на одной станции, Nsp) **и видовое разнообразие (среднее значение индексов Шеннона,** H) **донных животных в Невской губе с увеличением степени загрязнения снижались**. **Средние величины** Nsp и H в области «умеренно загрязненных» вод Невской губы (3-ий класс, IP'=48.7±0.6%) были наибольшими и составляли 20±1.1 видов на станцию и 3.2±0.1 бит/экз. соответственно. Личинки хирономид подсемейства Orthocladiinae, встречающиеся только в зоне «умеренно загрязненных» вод Невской губы, наименее устойчивы к увеличению загрязнения. Средняя численность и биомас-

са макрозообентоса в области «умеренно загрязненных» вод Невской губы была наименьшей и составляли 11591±1778 экз./м^2 и 7±1.1 г/м^2 соответственно. В области «загрязненных» вод (4-ый класс, IP'=61.0±0.3) Nsp и H незначительно снижались до 19±0.5 видов на станцию и 2.7±0.0 бит/экз. соответственно. Численность и биомасса макрозообентоса в области «загрязненных» вод возрастали до 20125±2853 экз./м^2 и 10.5±0.9 г/м^2 соответственно. В этой зоне максимальной численности достигали крупные моллюски Unionidae и мелкие моллюски сем. Pisidiidae. В переходном классе «загрязненных–грязных» вод (4–5-ый класс, IP'=69.4±2) Nsp и H снижались до 14 ±0.6 видов на станцию и 2.2±0.1 бит/экз., численность и биомасса достигали 26024±4296 экз./м^2 и 13.8±1.8 г/м^2 за счет олигохет. В классе «грязных» вод (5-ый класс, IP'=81.5±1.9) значения Nsp и H были наиболее низкими 11±1.5 видов на станцию и 1.9±0.2 бит/экз. Численность донных животных снижалась до 23816± 5648 экз./м^2, а биомасса с учетом ошибок средних оставалась на уровне 4–5 класса вод 14.1±4.7 г/м^2. **В зоне** «грязных» вод доминируют олигохеты *Limodrilus hoffmeisteri* and *Potamothrix hammoniensis* и два-три вида хирономид –полисапротоксобных вод. **Состояние экосистемы в 5-ом классе «грязных» вод характеризуется как «катастрофическое».**

Наихудшее качество вод в 1982 г., а также в 1994–2017 гг. наблюдали в районе Морского торгового порта: здесь воды оценивались как «грязные». В среднем качество воды в Невской губе оставалось относительно стабильным в течение 1994-2017 гг. Воды оценивали как воды 4-го класса за исключением 2006 и 2015 гг., когда их качество снизилось до переходного 4–5 класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Balushkina E. V.* New Integrated Index for water quality evaluation based on structural characteristics of zoobenthos // Proc. of the Final Seminar of the Gulf of Finland Year 1996. Helsinki. 1997a. P. 177-202.
2. *Balushkina E. V., Golubkov S. M.* Water quality and biodiversity of benthic animals in the Neva estuary under anthropogenic stress //Fundamental and Applied Hydrophysics. 2018. T. 11, № 2. P.51-61.

Краткая информация об авторах

Балушкина Евгения Владимировна, к. б. н. Старший научный сотрудник лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии.
Специализация: гидробиология
E-mail: balushkina@zin.ru; balhome274@mail.ru

Голубков Сергей Михайлович, д. б. н. членкорреспондент Российской академии наук Заведующий лабораторией пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института Российской академии наук.
Специализация: гидробиология
E-mail: golubkov@zin.ru

E.V. Balushkina, S.M. Golubkov

LONG-TERM CHANGES IN THE BIODIVERSITY OF BENTHIC COMMUNITIES IN THE NEVA ESTUARY UNDER ANTHROPOGENIC STRESS

Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences
Russia, 199039, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 1
E-mail: balushkina@zin.ru; golubkov@zin.ru

Conservation and restoring of the biodiversity is a priority task of the Action Plan for the Baltic Sea. Quantitative characteristics of indicators of species richness and species diversity, abundance and biomass of zoobenthos, depending on water quality were obtained on the example of long-term studies Neva estuary. The aim of the work was to evaluate the influence of environmental factors on the water quality and the state of the estuary ecosystem based on the methods of environmental regulation.

Keywords: anthropogenic stress; biodiversity; zoobenthos; water quality assessment.

The long-term studies carried out by the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences have shown that the state of biological communities of the eastern Gulf of Finland were directly related to the quality of water and bottom sediments, reflecting such anthropogenic impacts as eutrophpication of open and coastal waters of the Gulf of Finland and their pollution by toxic substances.

The present study was based upon samples of macrozoobenthos, collected by the staff of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences in 1982-1983 and 1994-2017. Samples of macrozoobenthos (more than 350 in the Neva Bay and 250 in the eastern Gulf of Finland), were used to analyze the species composition, quantitative characteristics of zoobenthos, an assessment of water quality and ecosystem state in the Neva Bay and the eastern Gulf of Finland. We used integrated index *IP'* specially devised for water-bodies and rivers of the north-western Russia to assess the water quality and a state of ecosystems of the Neva Estuary. It is based on structural parameters of zoobenthos and makes it possible to take into consideration pollution by toxic and organic substances. 188 taxa of benthic animals were recorded in the Neva Estuary in 1982-2017 [1, 2].

Toxic pollution and eutrophication of the Neva Bay had a strong influence on the species richness and species diversity of the zoobenthos. For example, in 2005–2009 with an increase in the concentration of oil products in the bottom waters and bottom sediments of the Neva Bay, the values of the index *IP'* increased. The dependence of *IP'* on the concentration of oil products is described by the linear equation:

$y= 7.13x + 58.88$,

where the concentration of petroleum products is expressed in ppm, the value of IP 'in%.

Abundance of zoobenthos is affected by digging and dumping of bottom sediments over to creation of the new building lots in St. Petersburg. For instance, creation of new Passenger Port in the eastern part of Neva Bay in the middle 2000s resulted in considerable increase in suspended materials in the water. This, in its turn, led to manifold decrease of abundance of large mollusks Unionidae in zoobenthos of the bay.

Statistical analysis of the values of species richness and species diversity, abundance and biomass of benthic animals at different stations in the Neva Bay allowed us to obtain the average values for different classes of water. The calculations are performed on the example of 252 stations studied.

Species richness (average number of species per one station, Nsp) and species diversity (average value of Shannon indices, H) of benthic animals in the Neva Bay decreased with increasing pollution. The average Nsp and H values in the region of "moderately polluted" waters in the Neva Bay (3rd class, IP '= 48.7 ± 0.6%) were the largest and amounted to 20 ± 1.1 species per one station and 3.2 ± 0.1 bit/ind. respectively. Larvae of chironomids of subfamily *Orthocladiinae* occurred only in the zone of «moderately polluted» waters of the Neva Bay they are the least resistant to pollution. Mean numbers and biomass of macrozoobenthos in the area of "moderately polluted" waters of the Neva Bay were the lowest and amounted to 11591±1777 ind./m^2 and 7±1.13 g/m^2 respectively.

In the area of "polluted" waters (4th class, IP'= 61.0 ± 0.3) Nsp and H decreased slightly to 19 ± 0.5 species per one station and 2.7 ± 0.0 bit/ind. respectively. Numbers and biomass of macrozoobenthos in the area of "polluted" waters increased to 20125±2853 ind./m^2 and 10.5±0.94 g/m^2 respectively. In this zone, the large mollusks Unionidae and the small mollusks of this family Pisidiidae have reached their maximum. In the transitional class "polluted – dirty" waters (4–5 nd class, IP'= 69.4 ± 2) Nsp and H decreased to 14 ± 0.6 species per one station and 2.2 ± 0.1 bit/ ind., numbers and biomass reached to 26024±4296 ind./m^2 and 13.8±1.8 g/m^2. Most abundant species were: *Limodrilus hoffmeisteri* and *Potamothrix hammoniensis* - indicator species of α -meso- and polysaprotoxobic waters. In the class of "dirty" waters (5th class, IP' = 81.5 ± 1.9) Nsp and H values were the lowest 11 ± 1.5 species per one station and 1.9 ± 0.2 bit/ind. The number of bottom animals decreased to 23816 ± 5648 ind./m^2, and biomass, taking into account the errors of the averages, remained at the level of 4–5 water classes 14.1 ± 4.7 g /m^2. Oligochaeta *Limodrilus hoffmeisteri* and *Potamothrix hammoniensis* and two or three species of chironomid – indicators of polysaprotoxobic waters dominate in the zone of "dirty" waters. The condition of the ecosystem in the fifth grade of "dirty" waters is characterized as "catastrophic".

The worst water quality in 1982, as well as in 1994–2017 observed in the area of the Sea Trade Port: here the waters were rated as "dirty". On average, the water quality in the Neva Bay was relatively stable during 1994-2017. Waters were assessed as 4th class water, except for 2006 and 2015, when their quality decreased to a transitional 4–5 class.

REFERENCES

1. *Balushkina E. V.* New Integrated Index for water quality evaluation based on structural characteristics of zoobenthos // Proc. of the Final Seminar of the Gulf of Finland Year 1996. Helsinki. 1997a. P. 177-202.
2. Balushkina E. V., Golubkov S. M. Water quality and biodiversity of benthic animals in the Neva estuary under anthropogenic stress //Fundamental and Applied Hydrophysics. 2018. T. 11, № 2. P.51-61.

Brief information about the authors

Balushkina E. V., PhD (Biol.). Senior Researcher, Laboratory of Freshwater and Experimental Hydrobiology

Areas of interests: hydrobiology
E-mail: balushkina@zin.ru; balhome274@mail.ru

Golubkov S. M., DSc (Biol.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences. Chief, Laboratory of Freshwater and Experimental Hydrobiology of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences
Area of interests: hydrobiology
E-mail: golubkov@zin.ru

Сельские поселения и сельскохозяйственные предприятия на пути к защите и сохранению водных источников / Rural settlements and agricultural producers on the way to protect water resources

УДК 37.091.2

А.П. Картошкин, В.В. Беляков, А.Н. Спиридонова

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ СЕЛЬСКИХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО СОХРАНЕНИЮ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»
Россия, 196601, Санкт-Петербург, Петербургское шоссе, д. 2
E-mail:akartoshkin@yandex.ru

В данной работе представлены результаты исследований водопотребления сельскими товаропроизводителями. При этом определялись расходы воды на производственные нужды. Выявлены основные виды водопотребления при производстве сельскохозяйственной продукции. Определены опасности при сбросе неочищенных стоков в водные источники. Предложены экологические мероприятия по сохранению водных источников.

Ключевые слова: вода; расход; сток; экология; товаропроизводители; воспитание.

У сельских товаропроизводителей основной расход воды приходится на производственные нужды. В ремонтных мастерских, на машинных дворах, станциях технического обслуживания тракторов и автомобилей, на животноводческих фермах основной расход воды идёт на мойку и полив территории. При этом расход воды на производственные нужды составляет до 45% от общего водопотребления сельского поселения [4]. Подвижной состав автотракторного парка проходит туалетную мойку, при прохождении технического осмотра или обслуживания техника подвергается углублённой мойке. Наиболее тщательной мойке для предотвращения коррозии подвергаются транспортные прицепы (телеги) после перевозки навоза, удобрений, комбикормов, нефтепродуктов и т.д. Практически во всех хозяйствах Ленинградской области мойка техники производится на моечном посту вручную шлангом из технического водопровода или из отопительной системы здания (мастерской, скотного двора и т.д.). Отсутствие каких-либо очистных сооружений приводит к загрязнению водных бассейнов малых рек и ручьёв поверхностными сточными водами, сформированными на территории предприятия (рисунок 1).

Рисунок 1. Смазочное масло в стоках воды после мойки трактора

Наиболее высокая концентрация загрязнений содержится в талом стоке, сформированном за зимний период на территории ремонтной мастерской хозяйства [2].

Экологическая опасность при сбросе неочищенных стоков с авторемонтного предприятия в водоём состоит в том, что эмульгированные нефтепродукты и синтетические поверхностно-активные вещества, фекальные жидкости, растворённые при смыве минеральные удобрения и др. вызывают отмирание первичных пищевых цепей водоёмов, гибель водорослей и замедление процессов самоочищения водоёмов, приводят к массовой гибели живых организмов[1].

Экологическое просвещение как населения, так и руководителей хозяйств должно быть направлено на знакомство с имеющими технологиями очистки сточных вод[3]. Это могут быть очистные сооружения малой площади с интенсивными индустриальными методами очистки. Возможно использование малой передвижной установки для очистки сточных вод, собираемых в накопителях. В принципе жители сельских поселений и руководители сельскохозяйственных предприятий понимают и принимают необходимость охраны водных ресурсов. Однако модная ныне экономика диктует иные подходы к решению проблемы.

Основным препятствием на пути внедрения малотоннажных технологий очистки сточных вод на сельхозпредприятиях является финансовая проблема. Хозяйству легче сбросить стоки в канавы, ручьи или малые реки, чем заплатить экологический сбор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние антропогенного воздействия на окружающую среду прибрежных территорий/ А.П. Картошкин, В.В. Беляков, А.В. Сысоева и др. МатериалыXVIII Международного экологического форума «День Балтийского моря» - СПб, ООО «СвИзд», 2017 – С. 159 – 161.

2. Локальные потоки загрязняющих веществ, поступающих в Балтийское море с пригородных и сельских территорий/ В.В. Беляков, А.П. Картошкин, И.В. Белинская. Материалы Международного экологического форума «День Балтийского моря». – СПб, ООО «СвИзд», 2016 – С. 16 – 17.
3. Новые технологии очистки производственных сточных вод от нефтепродуктов/В.В. Чипизубов, А.П. Картошкин, Л.А. Ашкиназии др. Журнал «Химические агрегаты»: - Москва Изд-во «ХИМАГРЕГАТ». Выпуск №4, 2014. - С.26 – 29.
4. Снижение антропогенного воздействия на окружающую среду сельской местности применением малотоннажных технологий/А.П. Картошкин, В.В. Беляков, И.В. Белинская. Материалы XIX Международного экологического форума «День Балтийского Моря», СПб, 2018- С. 105-108

Краткая информация об авторах

Картошкин Александр Петрович, д**. т. н., профессор**
Заведующий кафедрой
Специализация: техническая экология
E-mail: akartoshkin@yandex.ru

Беляков Валерий Васильевич, к.т.н., профессор
Профессор кафедры
Специализация: техническая экология
E-mail: beliakov@yandex.ru

Спиридонова Анжела Николаевна, магистр
Аспирант кафедры
Специализация: техническая экология
E-mail:anspiridonova@yandex.ru

A.P. Kartoshkin, V.V. Beliakov, A.N. Spiridonova

ECOLOGICAL EDUCATION OF RURAL PRODUCERS ON PRESERVATION OF WATER SOURCES

Federal State Budgetary Education of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University»
Peterburgskoyeshosse, 2, Pushkin, Russian, 196601
E-mail:akartoshkin@yandex.ru

This paper presents the results of studies of water consumption by agricultural commodity producer. Water costs were determined on the production needs at the same time. The main types of water consumption were identified during the production of agricultural products. Hazards were

identified when discharging untreated wastewater into water sources. Environmental measures have been proposed for the conservation of water sources.

Keywords: water; consumption; flow; ecology; producers; education.

Brief information about the authors

KartoshkinAleksandrPetrovith, doctor, professor
Head of department
Area of expertise: technikecological

E-mail: akartoshkin@yandex.ru
BeliakovValeriyVasilevich, PhD
Professor
Area of expertise: technikecological
E-mail: beliakov@yandex.ru

SpiridonovaAngela Nikolaevna
Postgraduate Student
Area of expertise: technikecological
E-mail: anspiridonova@yandex.ru

УДК 631.4

Д.М. Хомяков

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ ЖИВОТНОВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»
Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12
E-mail: khom@soil.msu.ru

Рассматриваются ресурсы для производства органических удобрений, нормативные и правовые акты, регулирующие их оборот, предлагается алгоритмы оптимизации управления этой сферой АПК с учетом необходимости перехода на «зеленые» агротехнологии и сложившейся в настоящее время в стране структуры многоукладного сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: «зеленые» агротехнологии; органические удобрения; навоз; гумус; воспроизводство плодородия почв; нормативные правовые акты; управление.

С середины 1990-х годов в пахотных почвах РФ наблюдается отрицательный баланс гумуса и основных элементов минерального питания сельскохозяйственных культур. На 74-81 млн. га посевов и 14-16 млн. га парующих полей по статистики ежегодно применялось всего 1,5-3,0 млн. действующих веществ (д.в.) минеральных удобрений (NPK). Для оптимизации гумусового состояния почв необходимо вносить в среднем по 6-7 т/га органических удобрений год (или порядка 650 млн. т суммарно).

Ресурсы органического вещества для введения в земледелие страны «зеленых» агротехнологий оценены – до 450 млн. т, из них 70-90 млн. т соломы (ботвы и других растительных остатков), а так же 40 млн. т сидератов с площади порядка 2 млн. га. Возможно использование торфа, органических отходов и биологического азота, накапливающегося при возделывании бобовых культур. Количество традиционных органических удобрений сокращается. Упало поголовье скота – в 1990 году насчитывалось 76,0 млн. условных голов, в 2019 – 35,0 млн. Изменились финансово-экономическая ситуация, материально-техническая база, появились административные барьеры и ограничения.

Согласно результатам двух Всероссийских сельскохозяйственных переписей в 2006 и 2016 годах, количество сельскохозяйственных организаций (СХО) уменьшилось с 59,2 тысяч до 36,4 тысяч (на 39%). Крупных и средних СХО - на 72% - с 27,8 до 7,6 тысяч предприятий. Численность крестьянских (фермерских) хозяйств (К(Ф)Х) и индивидуальных предпринимателей в сфере сельского хозяйства (ИПСХ), составила менее 175 тысяч единиц, что на 39 % меньше, чем в 2006 году. Резко снизилось количество К(Ф)Х – с 253,1 до 136,6 тысяч. Количество ЛПХ в городских поселениях и округах сократилось в 2,5 раза – с 8,0 млн. единиц, до 3,2 млн. единиц, зато выросло в сельской местности – с 14,8 до 15,0 млн. единиц.

К(Ф)Х в 2017 году с совокупной площадь посевов 23,1 млн. га или 28,7% из общей площади 80,6 млн. га, произвели всего лишь 12,7% продукции отрасли. На долю СХО, использующих «эффект масштаба», получающих свыше 90% объемов государственной поддержки (в 2019 году она достигнет 300 млрд. рублей), налоговые льготы, субсидии, имеющих доступ к кредитным ресурсам, рынкам и технологиям, располагающих возможностью экспорта, приходится 54,4 млн. га посевных площадей (67,5%) и всего лишь 52,7% совокупной продукции отрасли. На 3,1 млн. га посевных площадей (3,8%), все ЛПХ страны в 2017 году произвели не менее 34% продукции, используя большей частью тяжелый физический, слабо механизированный труд. Эти факторы следует учитывать при разработке механизмов оптимального управления в сфере АПК РФ.

Ежегодный выход навоза и помета по всем категориям хозяйств составляет 294 млн. т физической массы (211 млн. т в пересчете на подстилочный навоз). Около половины (103 млн. т) навоза производится ЛПХ. Суммарное содержание NPK в органическом веществе составляет 2,9 млн. т. Их стоимость при текущих ценах на минеральные удобрения превышает 70 млрд. руб. В 1990 году внесение органических удобрений в расчете на 1 условную голову скота в хозяйствах всех категорий составляло 6,5 т (в том числе подстилочного навоза 5,2 т и 1, 3 т торфа), сейчас – менее 1,9 т. Торф не используется вовсе. Объемы минимального неучтенного оборота навоза в РФ можно рассчитать и оценить в 116 млн. т. Нужно понимать, что и 30 лет назад по статистике производилось 886 млн. т навоза, а вносилось 390 млн. т (44,0 %), в настоящее время - 315 и 65 млн. т или 20 %.

Имеются международные, межгосударственные требования экологически безопасного использования органических удобрений и более 50 различных национальных российских нормативных правовых актов. В соответствии со ст. 1 Федерального закона от 19.07. 1997 № 109-ФЗ (ред. от 17.04.2017) «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» (далее – Закон) агрохимикаты - удобрения химического или биологического происхождения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных. Данное понятие не применяется в отношении торфа. Не допускается оборот веществ, не внесенных в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ (ст. 3). Государственная регистрация дает разрешение на производство, применение, реализацию, транспортировку, хранение, уничтожение, рекламу, их ввоз и вывоз. Смесь из торфа и речного песка, не подлежит государственной регистрации. Гуматы калия и натрия, компосты, компостин и **все органические удобрения** - подлежат!

Установлены требования к агрохимикатам (коды 3101 - 3105, 3824 ТН ВЭД ЕАЭС). Коды: 3101 - Удобрения животного или растительного происхождения, смешанные или несмешанные, химически обработанные или необработанные; удобрения, полученные смешиванием или химической обработкой продуктов растительного или животного происхождения. Их безопасность подтверждается заключением Роспотребнадзора о соответствии данных продуктов положениям р. 15 «Требования к пестицидам и агрохимикатам» гл. II Единых санитарно-эпидемиологических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) на таможенной границе и таможенной территории Таможенного союза, утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299 «О применении санитарных мер в Евразийском Экономическом Союзе».

Необходимо отредактировать ст. 3 Закона и отменить необходимости регистрации органических удобрений животного и растительного происхождения (навоз, помет, иные органические вещества и материалы), образующихся в результате хозяйственной деятельности и используемые для собственных нужд агропроизводителей. Они не являются товарной продукцией, а так же отходом производства и потребления. Их оборот на должен регулироваться Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Приказ Минсельхоза РФ от 09.07.2015 № 294 (ред. от 06.12.2017) «Об утверждении Административного регламента Министерства сельского хозяйства РФ по предоставлению государственной услуги по государственной регистрации пестицидов и (или) агрохимикатов» следует изменить. Регистрация товарных видов органических, органоминеральных удобрений, почвенных грунтов должна существенно упроститься или заменена на уведомление от производителя. Проведение оценки их биологической эффективности необходимо исключить. Для ЛПХ все эти вопросы должны быть выведены из сферы государственного регулирования, что соответствует имеющейся мировой практике.

Краткая информация об авторе

Хомяков Дмитрий Михайлович, д.т.н., профессор
Заведующий кафедрой агроинформатики факультета почвоведения

МГУ имени М.В. Ломоносова.
Специализация: разработка, оценка, совершенствование, адаптация и внедрение природоохранных технологий.
E-mail: khom@soil.msu.ru

D.M. Khomiakov

LIVESTOCK WASTE MANAGEMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION

Lomonosov Moscow State University
Moscow, GSP-1, 1-12 Leninskie Gory,
E-mail: khom@soil.msu.ru

Resources for the production of organic fertilizers, regulations and legal acts regulating their turnover are considered, algorithms for optimizing the management of this area of the agro-industrial complex are proposed, taking into account the need to switch to green agricultural technologies and the current structure of multi-farm agricultural production.

Keywords: "Green" agricultural technology; organic fertilizers; manure; humus; reproduction of soil fertility; normative legal acts; control.

Since the mid-1990s, a negative balance of humus and the main elements of the mineral nutrition of agricultural crops have been observed in arable soils of the Russian Federation. On 74-81 million hectares of crops and 14-16 million hectares of fields without crops, according to statistics, only 1.5-3.0 million active ingredients of mineral fertilizers (NPK) were applied annually. To optimize the humus state of the soil, it is necessary to apply an average of 6-7 t/ha of organic fertilizer per year (or about 650 million tons in total).

The resources of organic matter for the introduction into agriculture of the country of "green" agrotechnologies are estimated at up to 450 million tons, of which 70-90 million tons of straw (tops and other plant residues), as well as 40 million tons of green manure from about 2 million ha. The number of traditional organic fertilizers is reduced. The livestock population fell - in 1990 there were 76.0 million conditional heads, in 2019 - 35.0 million. The financial and economic situation, the material and technical base changed, administrative barriers and restrictions appeared.

If we compare 2006 and 2016, the number of agricultural organizations (AO) decreased from 59.2 thousand to 36.4 thousand (by 39%). Large and medium-sized agricultural enterprises - by 72% - from 27.8 to 7.6 thousand enterprises. The number of peasant (farmer) farms (PF) and individual entrepreneurs in agriculture (IAE) was less than 175 thousand units, which is 39% less than in 2006. The number of PF has sharply decreased from 253.1 to 136.6 thousand. The number of small private farms (SPF) in urban areas and districts decreased by 2.5 times - from 8.0 million units to 3.2 million units, but increased in rural areas from 14.8 to 15.0 million units.

PF in 2017, with a cumulative crop area of 23.1 million hectares or 28.7% of the total area of 80.6 million hectares, produced only 12.7% of the industry's output. Agricultural enterprises account

for 54.4 million hectares of acreage (67.5%) and only 52.7% of the total industry output. On 3.1 million hectares of sown area (3.8%), all the SPF in 2017 produced at least 3% of the production, using mostly hard physical, poorly mechanized labor. These factors of Russian agriculture should be taken into account.

The annual total yield of manure and litter is 294 million tons of physical mass (211 million tons in terms of litter manure). About half (103 million tons) of manure is produced by SPF. The total content of NPK in organic matter is 2.9 million tons. Their value at current prices for mineral fertilizers exceeds 70 billion rubles. In 1990, the application of organic fertilizers per 1 conditional head of livestock was 6.5 tons (including bedding manure 5.2 tons and 1.3 tons peat), now it is less than 1.9 tons. Peat is not used.

According to statistics, 30 years ago, 886 million tons of manure were produced, and 390 million tons (44.0%) were deposited, at present, 315 tons are produced and 65 million tons (20%) are being deposited.

There are international, interstate requirements for the environmentally safe use of organic fertilizers and more than 50 different national Russian regulatory legal acts.

In accordance with Art. 1 of the Federal Law of 19.07.1997 No. 109-FZ "On the safe handling of pesticides and agrochemicals" (hereinafter - the Law) agrochemicals - fertilizers of chemical or biological origin, chemical ameliorants, feed additives intended for plant nutrition, regulation of soil fertility and top dressing of animals. This concept does not apply to peat.

The circulation of substances not listed in the State Catalog of Pesticides and Agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation (Article 3) is not allowed. The state registration gives permission for the production, use, sale, transportation, storage, destruction, advertising, their import and export. A mixture of peat and river sand is not subject to state registration. Humates of potassium and sodium, composts and all organic fertilizers - are subject!

It is necessary to edit art. 3 of the Law and abolish the need to register organic fertilizers of animal and vegetable origin (manure, litter, other organic substances and materials) generated as a result of economic activity and used for the own needs of agricultural producers. They are not marketable products, as well as a waste of production and consumption. Their turnover should not be regulated by Federal Law of 21.0.2014 No. 219-ФЗ "On Amendments to the Federal Law " On Environmental Protection" and certain legislative acts of the Russian Federation".

The Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of 09.07.2015 No. 294 "On approval of the Administrative Regulations of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on the provision of state services for the state registration of pesticides and (or) agrochemicals" should be changed. Registration of commercial types of organic, organic fertilizer, soil soils should be significantly simplified or replaced with a notice from the manufacturer. An assessment of their biological effectiveness should be excluded. For SPF all these issues should be removed from the sphere of state regulation, which corresponds to the current international practice.

Brief information about the author

Khomiakov D.M. PhD (Technical), Professor
Head of the Agroinformatics Department Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science

Area of expertise: development, evaluation, improvement, adaptation and introduction of environmental technologies.
E-mail: khom@soil.msu.ru

УДК 8

Д. И. Оснач

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЕКТОРЕ

Общество с ограниченной ответственностью «Эволюция Биогазовых Систем»
188508, Ленинградская область, Ломоносовский р-н, гп Виллози, Волхонское шоссе, д. 3, офис 3-49
Email: d.osnach@evobios.com

В работе рассмотрен новый подход к переработке органических отходов, благодаря которому технология получения альтернативной энергии становится экономически эффективной.

Ключевые слова: биотехнологии; переработка; отходы; биокомплекс; биогаз.

Ежегодный объём органических отходов в АПК России составляет 700 млн. т. Отходы животноводства и птицеводства из-за своей токсичности, значительных объемов, изношенности хранилищ, несвоевременности вывоза в места утилизации представляют серьезную угрозу окружающей среде. Вместе с тем навоз и помет обладают высоким энергетическим потенциалом и служат ценным вторичным сырьем в качестве удобрений. Переработка отходов в биогаз и органическое удобрение является одной из самых перспективных отраслей экономики, однако себестоимость энергоносителей, вырабатываемых классическими биогазовыми реакторами, существенно превышает себестоимость традиционных источников энергии.

До последнего времени подход к получению биогаза из органических отходов подразумевал создание крупных перерабатывающих заводов, куда должны были свозиться органические отходы из ближайших точек их возникновения. Такой подход был и остается дорогостоящим, требующим капитального строительства больших производственных площадей, высоких расходов на отопление и электроснабжение, постоянных затрат на логистику сырья и установки дополнительных систем обогащения и очистки вырабатываемого биогаза. Интерес к существующим биогазовым технологиям во всем мире подпитывается дотациями со стороны государств и специальными «зелеными» тарифами на вырабатываемую энергию.

Концепция биокомплексов ЭВОБИОС отменяет данный подход и делает технологию получения альтернативной энергии доступной и экономически эффективной.

БИОГАЗОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭВОБИОС

Компания ЭВОБИОС занимается разработкой и производством оборудования для комплексной переработки органических отходов, базируясь на собственных ноу-хау. В начале 2019 г. первые серийные индустриальные биогазовые реакторы ЭВОБИОС будут установлены в Ленинградской области.

Функция биогазовой установки – деградация и обеззараживание органических отходов. Проходящие через биогазовый реактор отходы являются питательной средой для анаэробных метаногенных бактерий. Технология ЭВОБИОС постоянно поддерживает в реакторе количество бактерий на порядок больше (в пересчете на единицу объема), чем в биогазовых системах традиционной конструкции, что обеспечивает компактность и высокую производительность биокомплекса. Биореактор работает в термофильном режиме (52-54°С). В результате уничтожаются патогенные микроорганизмы, и происходит процесс обеззараживания отходов. На выходе реактора образуется биогаз с высоким содержанием метана, а также экологически чистое органическое удобрение.

Преимущества биогазовых комплексов ЭВОБИОС над традиционными технологиями:

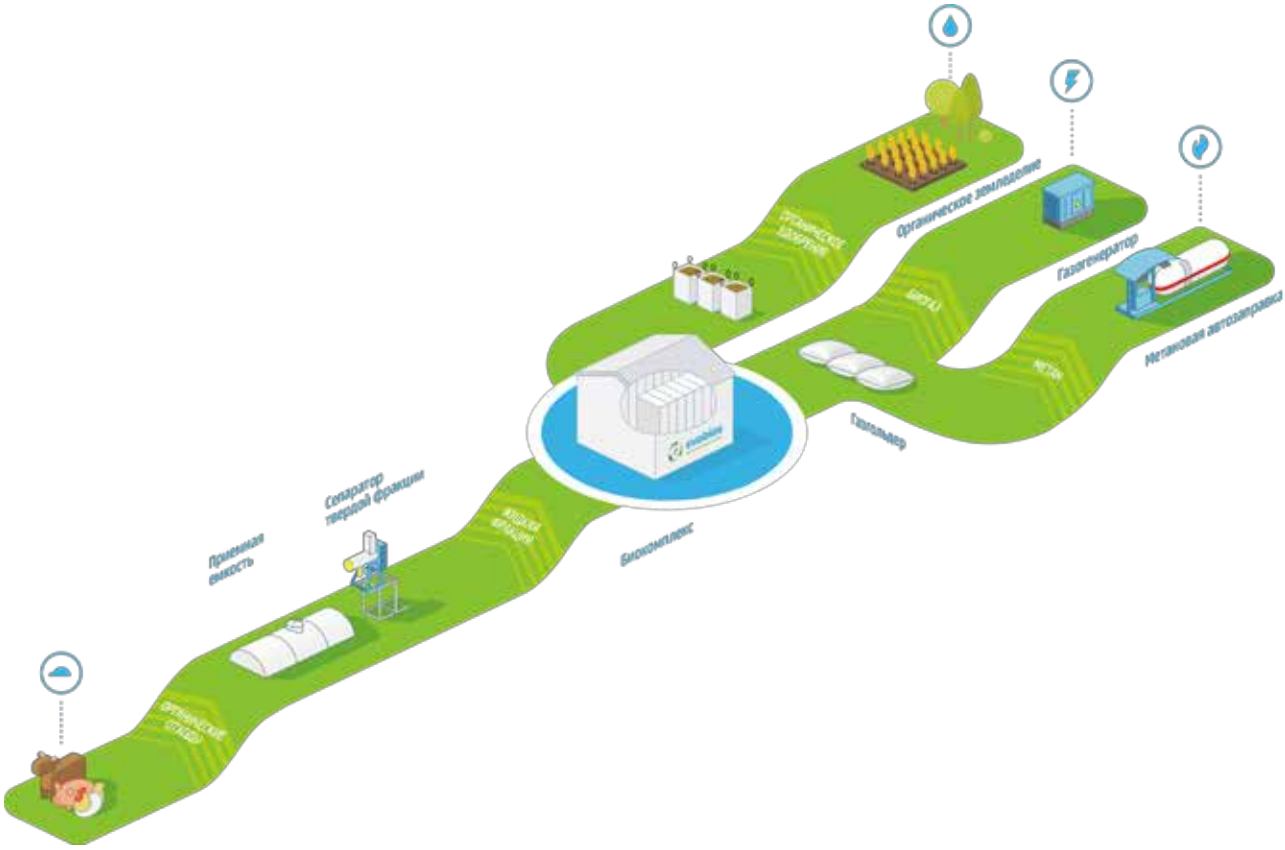
- компактность, не требующая длительного капитального строительства и большой площади для размещения;
- расположение в непосредственной близости от источника отходов, минимум транспортных затрат;
- высокая производительность, когда 100% заданного объема органических отходов

перерабатывается в течение суток;

- универсальность по отношению к различным видам органических отходов, включая возможность работы с монокультурами;
- высокое качество вырабатываемого биогаза, не требующее дополнительного обогащения и очистки - содержание метана составляет более 80%, а сернистые примеси не превышают 0,5-0,7%;
- быстрый запуск в эксплуатацию и простота обслуживания;
- 100% комплектующих производятся на территории РФ.

Биогазовые реакторы ЭВОБИОС – более производительны, менее капиталоемки и, как следствие, более эффективны по сравнению с любыми зарубежными аналогами.

СХЕМА БИОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ЭВОБИОС



Индустриальный биогазовый комплекс ЭВОБИОС состоит из следующих блоков:

1. Система забора органических отходов.
2. Технологический блок приема и подготовки органических отходов, где происходит подогрев, активация, измельчение и фильтрация состава.
3. Биореактор «проточного» типа, рассчитанный на переработку жидких органических отходов.
4. Система обезвоживания и производства органических удобрений.
5. Газовая система приема и учета выработанного биогаза с предварительным накоплением во внешнем газгольдере и подготовкой к передаче биогаза в газовую систему предприятия или в газовый генератор для выработки электроэнергии.
6. Электронная система управления с возможностью удаленного контроля и монито-

ринга работы отдельных систем и биокомплекса в целом, с ведением постоянной записи показателей функционирования биокомплекса.

7. Газогенераторное оборудование для выработки электроэнергии.

Создание экономически эффективной технологии переработки органических отходов позволило компании ЭВОБИОС предложить своим заказчикам поистине революционную для биогазового рынка бизнес-модель приобретения и использования биокомплекса. В рамках этой бизнес-модели предприятие заключает с сервисной компанией, владеющей биогазовым оборудованием, договор на переработку отходов по тарифу, зависящему от их объема, и покупку вырабатываемой электроэнергии по ценам ниже ставок гарантирующего поставщика. Кроме того, имеется возможность использования хозяйством биогаза для заправки собственного автотранспорта, а также применение органических удобрений для своих нужд или продажа их внешним потребителям.

Краткая информация об авторе

Оснач Дмитрий Иванович
Директор по маркетингу
Email: d.osnach@evobios.com, тел. 8 921 922 84 86

UDC 8

D. I. Osnach

NEW GENERATION ENVIROMENTAL SOLUTION FOR ORGANIC WASTES RECYCLING IN AGRICULTURAL SECTOR

EVOBIOS Ltd.
3, Volkhonskoe rd., St. Petersburg, Russia, 188508
Email: d.osnach@evobios.com

This article examines a new approach to the processing of organic waste, through which the technology of obtaining alternative energy becomes cost-effective.

Keywords: biotechnology; recycling; waste; biocomplex; biogas.

The annual volume of organic waste in the agro-industrial complex of Russia is 700 million tons. Livestock and poultry waste is a serious threat to the environment because of its toxicity, significant volumes, worn out storage, untimely removal to the utilization facility. At the same time manure has high energy potential and serves as a valuable secondary raw material as fertilizers. Processing of waste into biogas and organic fertilizer is one of the most promising sectors of the economy, but the cost of the energy produced by classical biogas reactors significantly exceeds the cost of traditional energy sources.

Until recently, the approach to obtain a biogas from organic waste involves the creation of large-scale processing plants, where organic wastes were dumped from the nearest points of their occurrence. Such technologies require capital construction, large production areas, high costs for heating and electricity, regular expenses for the logistics of raw materials, as well as the enrichment and purification of the biogas produced. Worldwide interest to existing biogas technologies is supported by state subsidies and special "green" energy tariffs.

EVOBIOS has made it affordable and economically viable the technology of obtaining alternative energy from organic wastes.

BIOGAS TECHNOLOGY EVOBIOS

Biotech company EVOBIOS designs and produces equipment for the organic wastes recycling complex solutions based on its own know-how. At the beginning of 2019, the first three serial industrial biogas complexes EVOBIOS will be installed in the Leningrad region.

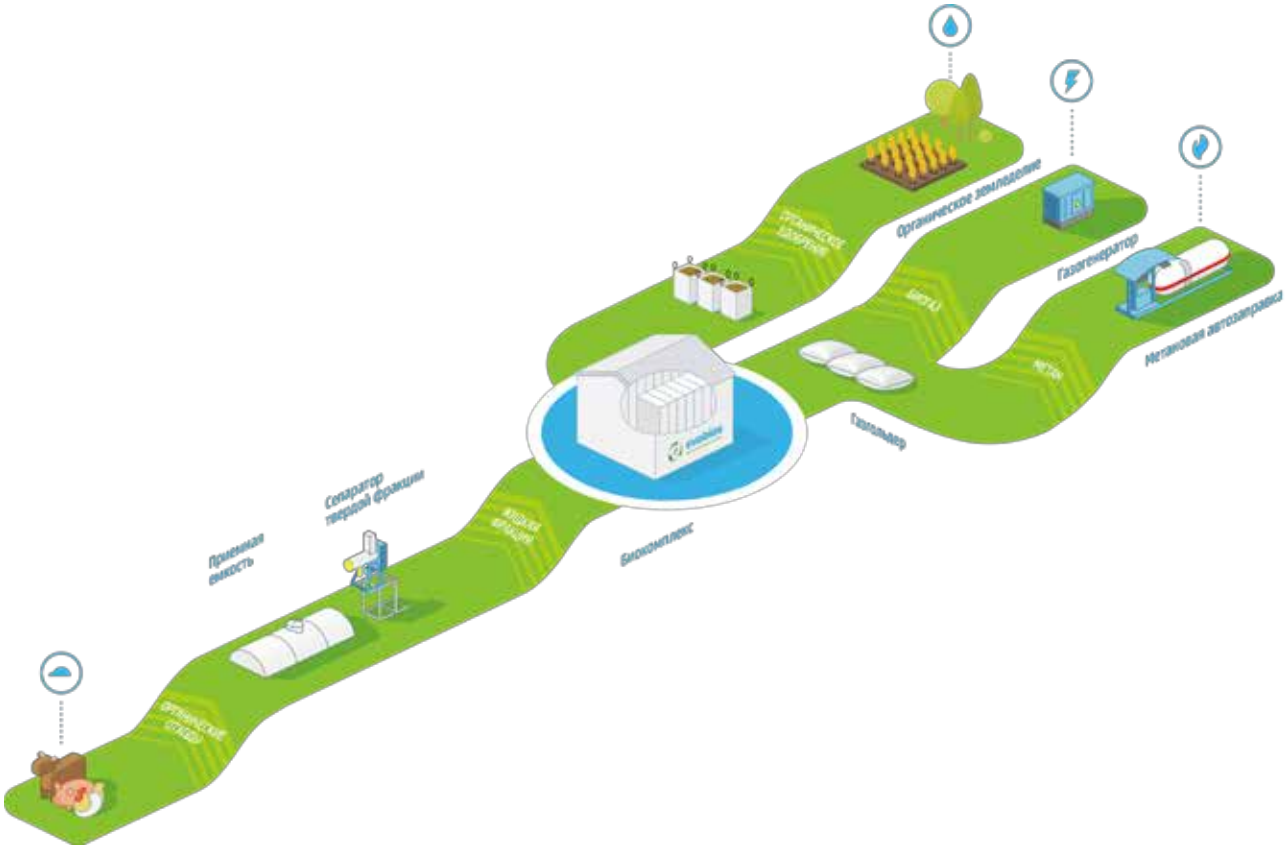
The function of a biogas plant is the degradation and disinfection of organic waste. The waste passing through the biogas reactor is a breeding ground for anaerobic methanogenic bacteria. EVOBIOS technology constantly maintains the number of bacteria in the reactor on the order more (per unit volume) than in biogas systems of conventional design that provides a compact and high performance of a biocomplex. The bioreactor operates in a thermophilic mode (52°C-54°C). As a result, pathogenic microorganisms are destroyed and the process of disinfection of waste occurs. At the outlet of the reactor biogas is formed with a high content of methane together with environmentally friendly organic fertilizer.

The advantages of EVOBIOS technology and biogas equipment over traditional technologies:

- does not require long-term capital construction and a large area for placement;
- location in the immediate vicinity of the wastes source, minimum transport costs;
- high productivity - the required volume of organic wastes is processed within a day;
- processing of all types of organic wastes both – mixed types or as a monoculture without usage of coenzymes;
- high quality of produced biogas – rich with methane, which does not require additional purification and enrichment (methane content is more than 80%, and the sulfur impurities do not exceed 0.5- 0.7%);
- production of high-quality organic fertilizers to improve soil fertility;
- quick commissioning and easy maintenance;
- 100% of components are produced in the Russian Federation.

EVOBIOS biogas reactors are more productive, less expensive and more efficient for consumers than their counterparts around the world.

SCHEME OF THE BIOGAS COMPLEX EVOBIOS



Biogas complex EVOBIOS consists of the following blocks:

1. Organic waste collection system.
2. Technological unit for reception and preparation of organic waste, where the raw material is heated, activated, milled and filtered.
3. The “flow through” type bioreactor is designed for the processing of liquid organic waste.
4. The system of organic dehydration and fertilizer production.

5. Gas system for receiving and accounting of produced biogas with preliminary storage in an external gas tank and preparation for the transfer of biogas to the gas system of the customer enterprise or to the gas generator to produce electricity.
6. Electronic control system with remote monitor and control functions over the operation of particular parts of the system and the biocomplex in general, with nonstop record of the biocoplex performance indicators.
7. Gas generating equipment for power generation.

Creating cost-effective technology for organic waste processing by EVOBIOS company has allowed to offer its customers a truly revolutionary for the biogas market business model of acquisition and usage of the biocomplex. As part of this business model, enterprise signs a contract with a service company that owns biogas equipment, for processing of waste at a rate that depends on its volume, and for purchasing of generated electricity at prices lower than the rates of the guaranteed supplier. In addition, there is an opportunity for the farm to use biogas for refueling its own vehicles, as well as the use of organic fertilizers for its needs or selling them to external consumers.

Brief information about the author

Osnach Dmitry Ivanovich
Marketing Director
Email: d.osnach@evobios.com, tel. 8 921 922 84 86

УДК 581.5

С.Б. Михайлова, А.Б. Дягилева

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОРОСОДЕРЖАЩЕГО ПОТОКА ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики
Россия,198095, Санкт – Петербург, ул. Ивана Черных, д. 4
E-mail: soniamihailova@yandex.ru, abdiag@mail.ru

В работе показана возможность интенсификации роста зерновых сельскохозяйственных культур с помощью природных комплексных органоминеральных компонентов, выделенных при переработке древесины. Установлено, что эти вещества обладают как стимулирующими, так и индифферентными свойствами в зависимости от способа их подготовки для использования.

Ключевые слова: безопасные удобрения; экологически чистая продукция; стимулятор роста.

Современный вектор развития агропромышленного комплекса направлен на производство органической - экологически чистой продукции. Приоритетным направлением развития этого вида деятельности является качество сельскохозяйственной продукции, регулирование которого должно быть основано на процессном подходе и призвано вписываться в общую концепцию национальной безопасности страны. Устойчивое развитие территорий является ключевым звеном в обеспечении качественной продукции, в связи с чем подготовка посадочного материала требует использования исключительно экологически безопасных реагентов. Этими реагентами могут являться вторичные продукты, которые возможно выделить при комплексной переработке древесины в процессе ее окорки.

Известно, что в процессе вегетации растительные культуры поглощают большое количество органоминеральных компонентов почвы [2], что способствует снижению ее плодородия. Для того чтобы восполнить эти потери органоминеральной составляющей почвенного слоя принято после уборки урожая или перед посевом вносить удобрения. При введении в почву дополнительных «питательных» веществ возникает несколько проблем: неравномерность распределения удобрений по всей площади сельскохозяйственных угодий, что связанно с неравномерностью рельефа местности; изменчивость массопереноса в зависимости от климатических условий и особенностей сельскохозяйственной техники. Избыток или дефицит органоминеральных веществ негативно отражается на росте и развитии сельскохозяйственных культур, а также вызывает изменение качественных показателей окружающей среды в целом [1].

На кафедре охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СПбГУПТД совместно с научно-исследовательским агрофизическим институтом поводились исследования по влиянию коросодержащего потока сточных вод целлюлозно-бумажных производств и композиций на его основе на развитие высших растений. Для этого в лабораторных условиях была приготовлена модельная вода [1] по технологии, приближенной к формированию коросодержащей сточной воды [5] древесно-подготовительного цеха. Цветность такой воды составляет 4000 ПКШ [1,3].

В качестве объекта исследования была выбрана мягкая яровая пшеница «РАДА» урожая 2017 года. Эксперименты по исследованию влияния модельной воды на процесс прорастания зерна показали, что в зависимости от концентрации органических веществ, которые перешли в водную вытяжку, интенсивность развития ростков пшеницы и длина корневой системы существенно варьирует от условий введения этой композиции в систему. На рисунке 1 представлены зависимости изменения длины корней и ростков посадочного материала от концентрации модельной воды. Концентрацию стимулятора роста регулировали путем разбавления исходного раствора и выражали в виде кратности разбавления. Ряд запасных растворов стимуляторов роста представлен на рисунке 2. Исследования по прорастанию и всхожести семян проводились согласно методике [4], длина корней и ростков определялась на седьмые сутки. Для разбавления и контроля использовалась дистиллированная вода.

Из представленной зависимости видно, что специфические органические вещества коросодержащих сточных вод могут как стимулировать рост корней и ростков, так и угнетать эти процессы. Позитивный эффект роста семян наблюдается при кратностях разбавления модельной воды в диапазоне 10^{-1} -10^{0}.

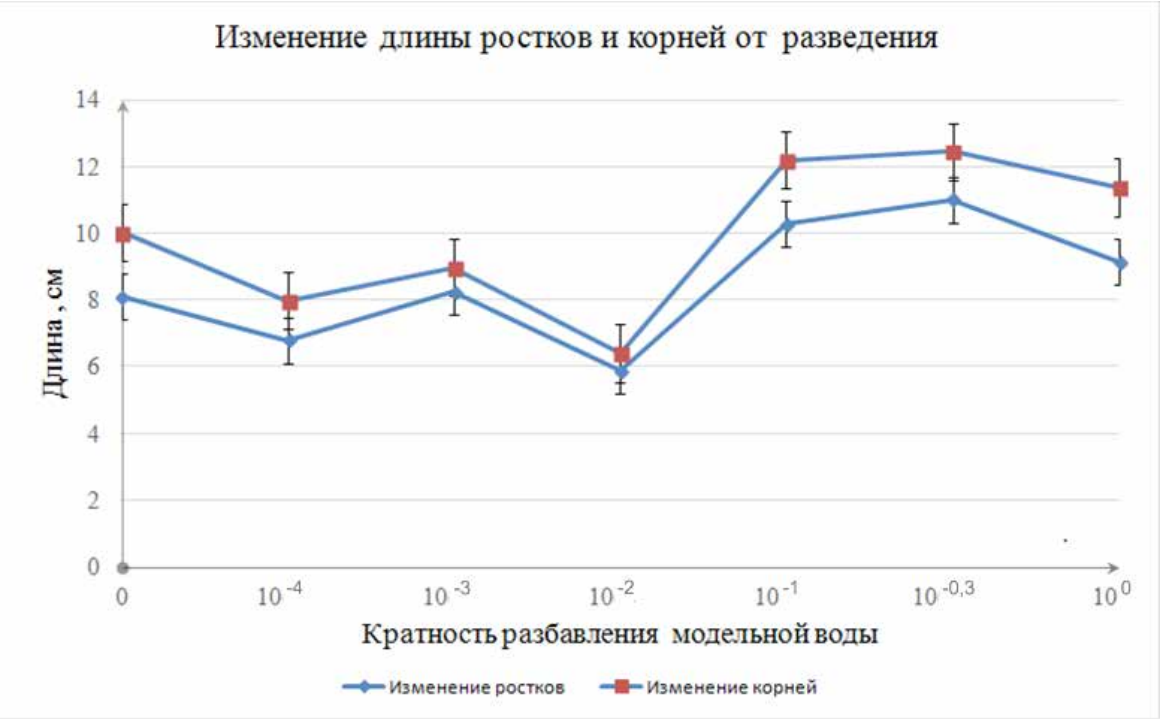


Рисунок 1. Зависимость длины корней и ростков от кратности разбавления стимулятора

Рисунок 2. Вид запасных растворов стимулятора роста при различной кратности разбавления:

1 - вода; 2 - 10^{-4}; 3 - 10^{-3}; 4 - 10^{-2}; 5 - 10^{-1}; 6 - $10^{-0,3}$; 7 - 10^{0}

Таким образом, для достижения интенсификации роста зерновых сельскохозяйственных культур необязательно использовать органоминеральные удобрений химического происхождения. Использование вторичных природных комплексных органоминеральных компонентов, выделенных при переработке древесины можно добиться стимулирующих эффектов при выращивании высших растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дягилева А.Б.* Перспективные технологии для очистки коросодержащего потока сточных вод // Инновации в науке и практике / (19 декабря 2017., г. Барнаул) в 4-х частях Уфа : Изд. Дендра, 2017 С. 6-11.
2. *Минеев В.Г.*. Агрохимия: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Изд-во МГУ, Изд-во «Колос». 2004. 720 с.
3. ГОСТ 31868-2012 Вода. Методы определения цветности // Росстандарт 01.01.2014
4. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхо-

жести // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.51 с
5. ИСТ 1-2015 Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона// Росстандарт 15.12.2015

S.B. Mikhailova, A.B. Dyagileva

THE EFFECTIVENESS OF THE STIMULATION OF GROWTH OF GRAIN CROPS WITH USING OF REAGENTS BASED ON BARK-CONTAINING FLOW OF PROCESSING OF WOOD

St. Petersburg state University of industrial technologies and design,
Higher school of technology and energy
Russia, 198095, St. Petersburg, Ivana Chernykh str., 4
E-mail: soniamihailova@yandex.ru, abdiag@mail.ru

In the study it is revealed the possibility of intensification of the growth of grain crops using the natural complex of organic components selected in the processing of wood. It is determined that these substances have both stimulating and indifferent properties depending on the method of their preparation for use.

Keywords: safe fertilizer; environmentally friendly product; growth stimulant.

УДК 676:62-5+676:628

И. В. Антонов, М.С. Строганова, А.И. Шишкин,
С.С. Сазанович, Х.О. Бархуев, И.А. Куватов

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСА И ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЛУГА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна»
Россия, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4
E-mail: antonovivv@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой базы геоданных для модели переноса и превращения загрязняющих веществ с учетом уровня экологичности основного и вспомогательных производств при распределении допустимых сбросов предприятий-водопользователей и норм допустимых воздействий (НДВ) в рамках бассейна реки Луга.

Ключевые слова: база геоданных; уровень экологичности; нормативы допустимого сброса; нормативы допустимого воздействия; наилучшие доступные технологии.

Реализация экосистемного комплексного подхода для управления речными бассейнами имеет с одной стороны межотраслевую специфику, а с другой, необходимость учета комплекса факторов для перераспределения нагрузки между предприятиями-водопользователями. Особенностью данного подхода является использование экологических и технологических критериев нормирования. При этом значительным требованием для крупных водопользователей является необходимость достижения наилучших доступных технологий (НДТ). Коэффициент экологичности предприятия учитывает фактический уровень образования загрязняющих веществ на единицу выпускаемой продукции, уровень удельного водоотведения и водопотребления по отношению к показателям отвечающим НДТ, а так же обеспечение индивидуальных норм допустимых сбросов (НДС) в соответствии с бассейновыми нормами допустимого воздействия (НДВ) [1].

Основными этапами нормирования сбросов в рамках экосистемного комплексного подхода управления речными бассейнами с учетом уровня экологичности технологий предприятий-водопользователей являются [2]:

1. определение фоновых характеристик по общесанитарным и целевым показателям и параметров водного объекта, соответствующих заданному гидрологическому режиму;
2. определение основных источников воздействия на водный бассейн посредством ранжирования по уровню экологичности;
3. районирование бассейна водного объекта ПТК и определение границ расчетных участков с соответствующими классами качества воды;
4. обоснование модели ПТК для расчета переноса и превращения загрязняющих веществ и нормирования нагрузки на водный объект и построение расчетной схемы;
5. имитационное моделирование ПТК для группы водопользователей с применением геоинформационного комплекса «ГИМС-река» для обоснования оптимальных по эколого-технологическим критериям параметров сброса.

Для реализации этапов нормирования разрабатывается база геоданных, включающая всю информацию о каждом водопользователе и водном объекте в целом, необходимую для моделирования переноса и превращения загрязняющих веществ, установления зон загрязнения и влияния сточных вод каждого водовыпуска отдельно и суммарного воздействия в рамках рассматриваемого ПТК. В базе данных дополнительно предусматривается занесение информации о технологиях основных и вспомогательных производств и степени соответствия наилучшим доступным технологиям (НДТ). Структура базы геоданных для бассейна реки Луга приведена на рис. 1.

В рамках разработки структуры базы геоданных бассейна реки Луга были собраны и обобщены данные по 52 точечным источникам воздействия на бассейн, 6 пунктам контроля на реке Луга. Имеющаяся информация позволила построить линейную схему бассейна, провести ранжирование предприятий-водопользователей, районировать бассейн с определением границ расчетных участков с соответствующими классами качества воды. Помимо этого, на основе базы геоданных были оценены технологии, применяемые водопользователями, по критерию экологичности (уровень экологичности), что позволит учесть технологическое состояние предприятий и увязать НДТ с экологическими нормативами в рамках управления речным бассейном.

Рисунок 1. Структура базы данных геоинформационной системы нормировании нагрузки для бассейна реки Луга

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антонов И.В., Шишкин А.И., Чусов А.Н.* Методология нормирования антропогенного воздействия на основе геоинформационной моделирующей системы // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – №3 (18) . – С. 25-37.
2. *Шишкин А.И., Антонов И.В.* Алгоритм обоснования НДС для предприятий целлюлозно-бумажной отрасли с применением геоинформационных технологий // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2017. – №3. – С. 41-47.

Краткая информация об авторах

Антонов Иван Владимирович
Старший преподаватель
Специализация: математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы, мониторинг экосистем.
E-mail: antonovivv@yandex.ru

Строганова Мария Сергеевна
Аспирант 2-го года обучения ВШТЭ СПбГУПТД
Специализация: комплексные и интегральные оценки качества природных водных объектов, экологическое нормирование, трансграничные водные объекты общественный экологический контроль

E-mail: masha199407@list.ru

Шишкин Александр Ильич
Профессор, академик МАНЭБ
Руководитель научно-педагогической школы «Прогнозирование и экологическое нормирование нагрузки на природные экосистемы» и лаборатории экологического нормирования
Специализация: математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы
E-mail: aishishkin@yandex.ru

Сазанович Сергей Сергеевич
студент ВШТЭ СПбГУПТД
Специализация: математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы
E-mail: s.sazan@mail.ru

Барххуев Халид Османович
студент ВШТЭ СПбГУПТД
Специализация: математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы
E-mail: axado111@gmail.com

Куватов Икбол Абдугафорович
Аспирант ВШТЭ СПбГУПТД
Специализация: комплексные и интегральные оценки качества природных водных объектов, экологическое нормирование, трансграничные водные объекты общественный экологический контроль
E-mail: iqbol_90@inbox.ru

I. V. Antonov, M. S. Stroganova, A. I. Shishkin,
S. S. Sazanovich, Kh. O. Barhkhuev, I. A. Kuvatov

GEOINFORMATION STRUCTURE OF THE GEODATABASE FOR THE MODEL OF TRANSFER AND TRANSFORMATION OF SUBSTANCES IN THE LUGA RIVER BASIN

Federal state budgetary educational institution of higher education «St. Petersburg state University industrial technology and design»
Russia, 198095, St. Petersburg, Ivana Chernykh str., 4
E-mail: antonovivv@yandex.ru

The article discusses issues related to the development of a geodatabase for the model of transfer and transformation of pollutants, taking into account the level of environmental friendliness

of the main and auxiliary industries in the distribution standards of admissible dumping of water utilities and standards of admissible influence (SAI) within the Luga Basin.

Keywords: geodatabase; environmental friendliness level; standards of admissible dumping; standards of admissible influence; the best available technologies.

The implementation of an ecosystem integrated approach for river basin management has, on the one hand, cross-sectoral specificity, and on the other hand, the need to take into account a complex of factors for redistributing the load among water utilities. A feature of this approach is the use of environmental and technological criteria for rationing. At the same time, a significant requirement for large water users is the need to achieve the best available technologies (BAT). The coefficient of environmental friendliness of the enterprise takes into account the actual level of formation of pollutants per unit of output, the level of specific wastewater and water consumption in relation to the indicators meeting BAT, as well as ensuring individual standards of admissible dumping (SAD) in accordance with basin standards of admissible influence (SAI) [1].

The main stages of standardization of discharges within the framework of an ecosystem integrated approach to river basin management, taking into account the level of environmental friendliness of the technologies of the water user enterprises, are [2]:

1. determination of background characteristics for general sanitary and target indicators and parameters of a water body corresponding to a given hydrological regime;
2. identification of the main sources of impact on the water basin by means of environmental ranking;
3. zoning of the basin of a water body PTC and determination of the boundaries of the calculated areas with the appropriate classes of water quality;
4. justification of the PTC model for the calculation of the transfer and transformation of pollutants and the regulation of the load on the water body and the construction of the design scheme;
5. simulation PTC for a group of water users with the use of the GIMS-river geo-information complex to justify the discharge parameters that are optimal in terms of environmental and technological criteria.

To implement the rationing steps, a geodatabase is developed, including all information about each water user and water body as a whole, needed to simulate the transfer and transformation of pollutants, establish contamination zones and the effects of wastewater of each outlet separately and the total impact within the PTC under consideration.

The database additionally provides for the entry of information on technologies of main and auxiliary production and the degree of compliance with the best available technologies (BAT). The structure of the geodatabase for the Luga River basin is shown in fig. 1.

As part of the development of the structure of the geodatabase of the Luga river basin, data were collected and summarized from 52 sources of impact on the basin, 6 points of control on the Luga River. The available information allowed us to construct a linear scheme of the basin, to carry out a ranking of enterprises-water users, regionalize the basin with the definition of the boundaries of the calculated areas with the appropriate classes of water quality. In addition, on the basis of the geodatabase, the technologies used by water users were assessed by the criterion of environmental

friendliness (level of environmental friendliness), which will take into account the technological state of enterprises and link the BAT to environmental standards as part of river basin management.

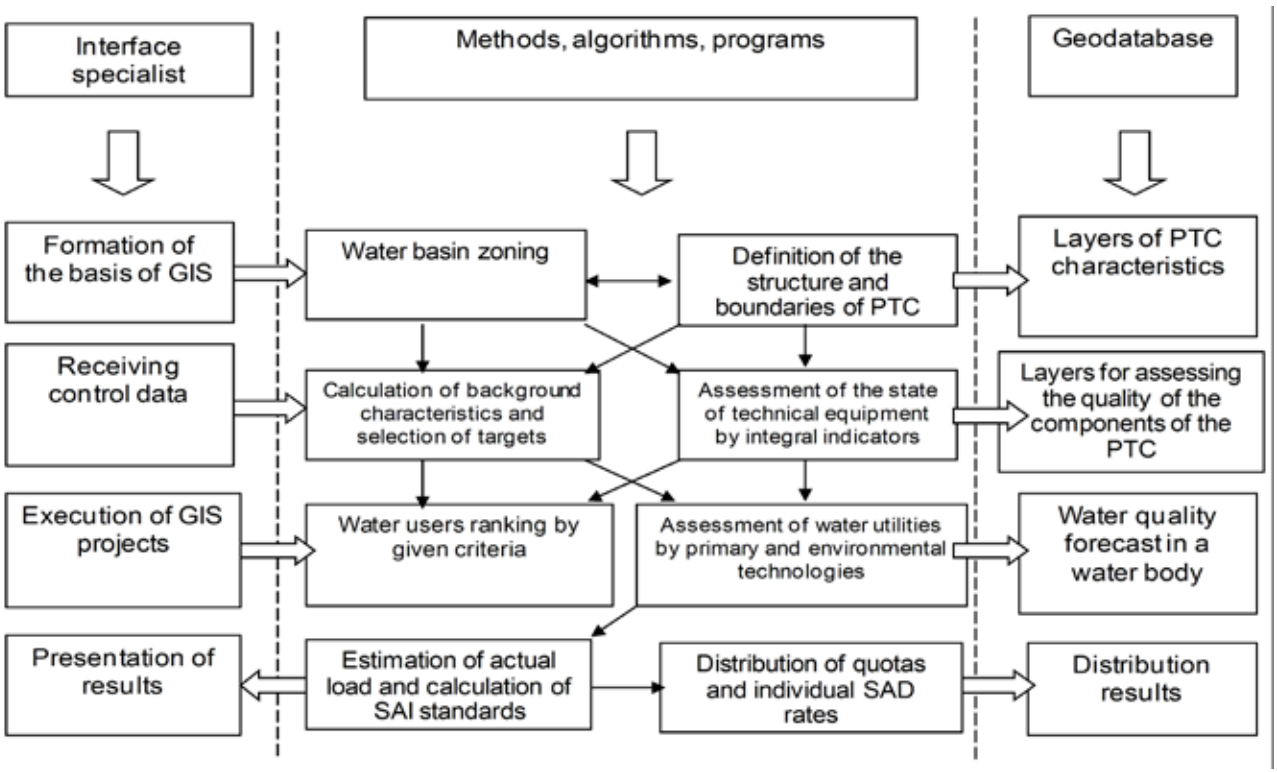


Fig. 1. The structure of the geodatabase of geographic information system on load rationing for the Luga river basin

REFERENCES

1. *Antonov I.V., Shishkin A.I., Chusov A.N.* Methodology of rationing of admissible dumps on the basis of geoinformation modeling system. // Construction of Unique Buildings and Structures. – 2014. – №3 (18). – P. 25-37.
2. *Shishkin A.I., Antonov I.V.* Algorithm validation NAD for the pulp and paper industry with the use of geoinformation technologies // Bulletin of St. Petersburg State University of Technology and Design. – 2017. – №3. – P. 41-47.

Brief information about authors

Antonov Ivan
Senior lecturer
Area of expertise: mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems, the monitoring of ecosystems.
E-mail: antonovivv@yandex.ru

Stroganova Maria
PhD student, HSTE SPbSUTD
Area of expertise: integrated and integrated assessments of the quality of natural water bodies,

environmental regulation, transboundary water bodies, public environmental monitoring
E-mail: masha199407@list.ru

Shishkin Alexandr
Professor, academician of International Academy of ecology, human security and nature Sciences
Head of the scientific and pedagogical school "Forecasting and environmental regulation of the load on natural ecosystems" and the laboratory of environmental regulation
Area of expertise: mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems
E-mail: aishishkin@yandex.ru

Sazanovich S. S.
student, HSTE SPbSUTD
Area of expertise: mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems
E-mail: s.sazan@mail.ru

Barhkhuev Kh. O.
student, HSTE SPbSUTD
Area of expertise: mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems
E-mail: axado111@gmail.com

Kuvatov I. A.
PhD student, HSTE SPbSUTD
Area of expertise: mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems
E-mail: iqbol_90@inbox.ru

Экологические последствия физического воздействия на дно водных объектов, берегозащита и берегоукрепление в свете изменений климата и устойчивого управления прибрежными зонами / Environmental consequences of physical damage to the sea floor, coastal erosion and protection, climate change effect and sustainable management of the coastal zone

УДК 504.4.062.2+574.587

В.Ф. Шуйский, В.А. Жигульский, Е.Ю. Максимова, В.В. Паничев, Т.С. Былина

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ НА МАКРОЗООБЕНТОС ЗАРОСЛЕВЫХ ПРИБРЕЖНЫХ УЧАСТКОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

ООО «Эко-Экспресс-Сервис»
Россия, 195112, Санкт-Петербург, Заневский пр., 32, корп. 3
E-mail: shuisky.v@mail.ru

Представляются некоторые результаты двухлетних наблюдений за сообществами макрозообентоса восточной части Финского залива в зарослях макрофитов разного возраста при различном уровне воздействия гидротехнических работ.

Ключевые слова: макрозообентос, заросли макрофитов, воздействие гидротехнических работ, восточная часть Финского залива.

В настоящей работе представляется бентологическая составляющая научно-исследовательской программы «Плавни восточной части Финского залива» (ход её выполнения охарактеризован в тезисах другого доклада в настоящем сборнике). Наблюдения регулярно ведутся на 16 эталонных участках, характеризующих все имеющиеся сочетания основных градаций возраста зарослей и уровня воздействия гидротехнических работ (ГТР) вблизи Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) (10 участков) и вне зоны влияния КЗС (6 участков). Съёмки макрозообентоса эталонных участков проводились при этом пятикратно: в августе и октябре 2017 г. и в июне, августе и октябре 2018 г. Количество станций пробоотбора на участках зависело от степени неоднородности биотопа и варьировало от 1 до

3 (общее количество станций – 29). На каждой станции при каждой съёмке было отобрано по 3 пробы макрозообентоса с использованием дночерпателей Петерсена (усовершенствованная модель; площадь захвата дна – 0,025 м^2) или, на плотных грунтах, Ван-Вина (0,10 м^2). Отбор и обработка проб выполнены по общепринятым методикам.

К настоящему времени в сообществах макрозообентотоса эталонных участков обнаружены особи 212 низших идентифицируемых таксонов.

Значительную роль в формировании макрозообентоценозов играют состав и структура сообществ макрофитов, которые, в свою очередь, зависят от возраста зарослей и от их местоположения относительно КЗС. Заросли макрофитов, возникшие ещё до начала сооружения КЗС («старые»), отличаются наиболее сложной структурой, наибольшей плотностью и пространственной стабильностью, поскольку доступные местные биотопы ими уже охвачены. Проективное покрытие поверхности воды растительностью в «старых» зарослях вдали от КЗС – 39-41%, у КЗС – до 66%. Кроме того, значительную дополнительную часть дна покрывает погруженная растительность покрывает (вдали от КЗС – 3-11%, у КЗС – до 23%). Структура зарослей, возникших в период строительства КЗС («средневозрастные»), более проста, они менее плотны, имеют множественные прогалы, продолжают расширяться и уплотняться. Их проективное покрытие поверхности воды меньше: вдали от КЗС – 14-35%, у КЗС – до 40%. Погруженная растительность здесь также покрывает несколько меньшую дополнительную часть дна: вдали от КЗС – 2-7%, у КЗС – локально до 43%. Заросли, образовавшиеся уже после завершения строительства КЗС («новые»), наиболее просты, мозаичны, заняли ещё лишь малую часть подходящих им биотопов, активно разрастаются. Соответственно, проективное покрытие поверхности воды у них минимально: вдали от КЗС – от 2 до 12%, у КЗС – до 20%. Дополнительное покрытие дна погруженной растительностью также невелико: вдали от КЗС– 0-10%, у КЗС – локально до 23%. Таким образом, проективное покрытие воды макрофитами находится в достаточно чёткой прямой зависимости от возраста зарослей и от близости к КЗС.

В связи с этим ожидалось, что видовое богатство и разнообразие зарослевых сообществ зообентоса будет находиться в сильной прямой зависимости от возраста зарослей и в обратной – от уровня воздействия ГТР. Однако реальная картина оказалась сложнее. Основные тенденции реакции макрозообентоса разновозрастных зарослей на воздействие ГТР сведены в таблицу.

Показатели видового богатства, разнообразия, обилия макрозообентоса в макрофитных зарослях, возникших в период строительства КЗС, оказываются не меньшими, а часто и более высокими, чем в зарослях более старых, существовавших и до этого строительства. У макрозообентоса более молодых зарослей, возникших в последнее десятилетие, все указанные показатели обычно ещё невелики.

Основные тенденции реакции макрозообентоса разновозрастных зарослей на воздействие ГТР

<table>
<tr><th rowspan="2">Возраст зарослей</th><th colspan="3">Уровень воздействия (последействия) ГТР</th></tr>
<tr><th>Фон</th><th>Умеренное воздействие</th><th>Сильное прямое воздействие</th></tr>
<tr><td>«Старые»</td><td>● Видовое богатство и разнообразие – обычно высокие.
● Стенобионтных видов сравнительно много.</td><td rowspan="2">● Уменьшение видового богатства и видового разнообразия за счёт исчезновения и уменьшения показателей обилия наиболее стенобионтных видов.
● Рост показателей обилия эврибионтов, индикаторов олиго-β-мезосапробности:
- моллюски с. Euglesidae (Pisidium amnicum Műll., виды из родов Euglesa и Henslowiana),
- олигохеты с. Tubificidae (Spirosperma velutinus Eisen, виды из родов Limnodrilus, Tubifex),
- личинки хирономид (Endochironomus dispar Meigen, E. stackelbergi Goetghebuer, Lipiniella arenicola Shilova, Sergentia coracina Zetterstedt и др.).
● За счет эврибионтов:
- эффект стимуляции биомассы бентоса средневозрастных зарослей;
- рост показателей видового сходства пространственно разделённых сообществ бентоса данных категорий.</td><td rowspan="2">● Дальнейшее уменьшение видового богатства и видового разнообразия.
● Эффект стимуляции биомассы бентоса средневозрастных зарослей исчезает: эврибионты в основном также ингибируются.</td></tr>
<tr><td>«Средне-возрастные»</td><td>● Видовое богатство и разнообразие – обычно высокие, часто максимальные.
● Стенобионтных видов сравнительно много.</td></tr>
</table>

«Молодые»	● Видовое богатство и разнообразие – обычно сравнительно низкие (но иногда тоже велики). ● Стенобионтных видов нет или мало.	● Реакция на воздействие сравнительно слаба и не упорядочена. ● Эффект стимуляции биомассы умеренным воздействием не проявляется или выражен слабо.

«Умеренное» воздействие ГТР заметно «стирает» пространственные границы и естественные различия макрозообентоса различных зарослей макрофитов, возникших до начала строительства КЗС или в его процессе, и формирует более однородные сообщества макрозообентоса с обедненным видовым составом, сравнительно низким разнообразием и, иногда, с более высокими показателями обилия. Это обусловлено как лимитированием стенобионтных видов, специфичных для конкретных биотопов, так и более широким распространением эврибионтных видов.

«Сильное» прямое воздействие ГТР существенно угнетает макрозообентос по всем этим показателям.

UDC 504.4.062.2+574.587

V. Shuisky, V. Zhigulsky, E. Maksimova, V. Panichev, T. Bylina

HYDRAULIC WORKS IMPACT ON MACROZOOBENTHOS OF MACROPHYTE THICKET ECOSYSTEMS IN THE EASTERN GULF OF FINLAND

“Eco-Express-Service” LLC
Russia, 195112, St. Petersburg, Zanevskiy pr., 32/3
***E-mail: ecoplus@ecoexp.ru**

Two-year surveys’ results of macrozoobenthos communities in macrophyte thicket ecosystems of different ages with different levels of hydraulic works impact in the Eastern Gulf of Finland are presented.

Keywords: macrozoobenthos; macrophyte thicket ecosystems; hydraulic works impact; Eastern Gulf of Finland.

Macrozoobenthos aspects of the research programme “The macrophyte thicket ecosystems in the Eastern Gulf of Finland” are represented in this paper (review of whole programme is characterized in this book as a separate report). Observations are carried out at 16 model parcels that reflects all real combinations of thicket age and hydraulic works impact level gradations. Such combinations are

distinguished in two variants: far from Saint Petersburg Flood Prevention Facility Complex (FPFC) (6 model parcels) and near it (10 model parcels). Macrozoobenthos field surveys was carried out 5 times: in August and October, 2017 and in June, August and October, 2018. The number of sampling stations at model parcels depended on biotope heterogeneity degree and varied from 1 to 3 (total number of stations is 29). 3 macrozoobenthos samples were collected at each sampling station, during each survey with use of Petersen dredge (advanced model; bottom batch area – 0,025 m^2) or Van Veen grab – on dense grounds (0,10 m^2). Sampling and sample preparation were carried out according to standard techniques.

212 individuals of lower identified taxa have been found in macrozoobenthos communities of studied model parcels so far.

A composition and structure of macrophyte thicket ecosystems, which depend on thicket age and its location concerning FPFC, play a significant role in a macrozoobenthos communities' formation. Macrophyte thickets, which have been existed before the FPFC construction ("old"), have the most complex structure, the greatest density and spatial stability as they have already occupied available local biotopes. The projective cover degree of the water surface by vegetation in "old" thickets far from FPFC is 39-41%, near FPFC it reaches 66%. Besides, a considerable additional part of a bottom is covered submerged vegetation (far from FPFC – 3-11%, near it – up to 23%). The structure of macrophyte thickets, which have been formed during the FPFC construction ("middle-aged"), is simpler, they are less dense thickets, have multiple gaps and continue to gradually expand and thicken. The projective cover degree of the water surface by vegetation in "middle-aged" thickets, respectively, is less: far from FPFC is 14-35%, near FPFC up to 40%. Additional cover degree of the bottom by submerged vegetation far from FPFC is 2-7%, near FPFC – up to 43%. Macrophyte thickets, which have been formed after the FPFC construction, in the last 10 years ("new"), are the simplest, mosaic, they have occupied a small percent of suitable biotopes and actively expand. The projective cover degree of the water surface by vegetation in "new" thickets is minimum: far from FPFC it varies from 2 to 12%, near FPFC – up to 20%. Additional cover degree of the bottom by submerged vegetation far from FPFC is 0-10%, however, near FPFC in some places it reaches 23%. Thus, the projective cover degree of the water surface by vegetation is quite directly related to the thickets age and the proximity to FPFC.

As a result, species abundance and macrozoobenthos diversity in macrophyte thicket ecosystems was expected to be in a high positive correlation with thicket age and in negative correlation with hydraulic works impact level. However, the truthful overview turned out to be more complicated. Main trends of macrozoobenthos communities' response in different-aged thickets on hydraulic works impact are tabulated.

Values of macrozoobenthos species abundance and biodiversity in macrophyte thicket ecosystems, which have been formed during the FPFC construction, turn out to be not less, but often higher, than in the older thickets, which have been existed before the FPFC construction. Macrozoobenthos of younger thickets, which have been formed in the last 10 years, has still small values of species abundance and biodiversity.

Main trends of macrozoobenthos communities' response in different-aged thickets on hydraulic works impact

Thicket age	Hydraulic works impact level		
	Background	Moderate (indirect) impact	Strong (direct) impact
«Old»	● Species abundance and biodiversity are usually high. ● There are relatively many stenobiont species.	● Species abundance and biodiversity reduce due to species loss and reduction of most stenobiont species abundance value. ● An increase of eurybiontic abundance value, that are indicators of oligo-β-mesosaprobity: - mussels fam. *Euglesidae* (*Pisidium amnicum* Műll., species of gen. *Euglesa* and *Henslowiana*), - oligochaete fam. *Tubificidae (Spirosperma velutinus* Eisen, species of gen. *Limnodrilus, Tubifex*), - chironomids larvae (*Endochironomus dispar* Meigen, *E. stackelbergi* Goetghebuer, *Lipiniella arenicola* Shilova, *Sergentia coracina* Zetterstedt etc.). ● Due to eurybiontic species: - effect of benthos biomass stimulation in «middle-aged» thickets; - increasing of species similarity values in spatially separated benthos communities of these categories.	● Further reduction of species abundance and biodiversity. ● The effect of benthos biomass stimulation in «middle-aged» thickets disappears: eurybiontic species are repressed as well generally.
«Middle-aged»	● Species abundance and biodiversity are usually high, often the maximum. ● There are relatively many stenobiont species.		
«New»	● Species abundance and biodiversity are usually comparably low (but sometimes they are high too). ● There are no stenobiont species or in small quantity.	● Impact response is relatively weak and not normalized. ● The effect of benthos biomass stimulation by moderate impact does not appear or is weakly expressed.	

The "moderate" impact of hydraulic works considerably "erases" spatial boundaries and natural differences of macrozoobenthos in macrophyte thicket ecosystems that have been formed before or

during the FPFC construction, and forms more homogeneous macrozoobenthos communities with a depleted species composition, relatively low biodiversity and, sometimes, higher abundance values. It is caused both by the limitation of stenobiont species, specific for exact biotopes, and by the wider distribution of eurybiontic species.

The "strong" direct impact of hydraulic works significantly inhibits macrozoobenthos be every indicator.

УДК 551.3

А. Ю. Сергеев, О. А. Ковалева, Д. В. Рябчук, В. А. Жамойда

ДИНАМИКА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА – НА ПУТИ К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)
Россия, 199106, Санкт-Петербург, Средний пр., дом 74
E-mail: sergeevau@yandex.ru

Проведено обобщение результатов мониторинга береговых процессов восточной части Финского залива, включающего инструментальные наблюдения и ретроспективный анализ данных дистанционного зондирования за последнее десятилетие. Выявлены наиболее динамичные участки береговой зоны, приведены сведения о темпах, направленности и объемах перераспределения песчаного материала в береговой зоне в результате абразионных и склоновых процессов.

Ключевые слова: береговая абразия; наземное лазерное сканирование; разрушение берегов; переработка берегов; экзогенные геологические процессы; о. Котлин; Большая Ижора; Курортный район.

В ходе многолетнего мониторинга опасных экзогенных геологических процессов, выполняемого сотрудниками ВСЕГЕИ в восточной части Финского залива и на его побережьях, были установлены основные природные факторы, определяющие динамику береговых процессов этой части Балтийского моря. С одной стороны, к ним относятся особенности геологическое строение побережий, сложенных валунными супесями, суглинками, песками и глинами, легко поддающихся размыву морскими волнами и воздействию речной эрозии; морфология берегов и подводной части берегового склона; экспозиция береговой линии по отношению к преобладающему направлению волнового воздействия; твердый сток рек и водотоков как источник осадочного материала. С другой стороны, интенсивность береговых процессов определяется гидрометеорологическими условиями в регионе: продолжительные шторма восточных направлений; нагон воды более двух метров, отсутствие устойчивого ледового припая в зимний период (Ryabchuk et al., 2011). Современные тренды береговой динамики могут су-

щественно измениться в ближайшем будущем под воздействием меняющихся климатических условий, к которым относятся эвстатическое повышение уровня океана и увеличение частоты экстремальных штормов и штормовых нагонов. Даже небольшое повышение уровня моря и увеличения количества штормовых периодов в условиях низменных берегов и наличия дефицита песчаного материала в береговой зоне, характерного для большей части Финского залива, приведет к затоплению прибрежных территорий и увеличению протяженности береговой линии, подверженной разрушению.

Многолетние наблюдения с привлечением данных дистанционного зондирования позволили установить наиболее динамичные участки береговой зоны восточной части Финского залива. К ним относятся, прежде всего, берега Курортного района, западной оконечности о. Котлин и южный берег залива между пос.Лебяжье и Большая Ижора.

Наибольшему размыву берега Курортного район подвергаются под воздействием западных и юго-западных штормов, интенсивность которых за последнее десятилетие увеличилась. Наиболее продолжительный ряд нивелировочных измерений поперечного профиля пляжа, имеющийся для пос. Комарово, показал, что с 1988 г. по 2018 г. среднегодовая скорость размыва пляжевой ступени составляет 0.9 м/год (Sergeev et al., 2018). При этом в результате серии штормов 2011 г. произошло сокращение берегового уступа на 6.5 м. Выполненное для этого участка берега наземное лазерное сканирование в режиме мониторинга с 2012 по 2017 г. позволило рассчитать объемные показатели трансформации рельефа береговой зоны. За этот период суммарный баланс переотложенного песка показывает сокращение пляжевых наносов на 413 м³ на участке берега протяженностью около 90 м. Средний показатель потерь песка в результате штормов за пятилетний период 4.5 м³ на 1 погонный метр берега.

Интенсивному размыву подвергаются берега западной оконечности о. Котлин. Данные анализа динамики берега о. Котлин за 76 лет (по данным АФС 15.08.1939 г. и современных космоснимков) показывает, что доминирующими литодинамическими процессами здесь является вдольбереговой перенос песчаного материала и выравнивание контура берега, с абразией (срезанием) мысов и аккумуляцией (заполнением) расположенных восточнее смежных с ними бухт. За период в 76 лет средних скоростей размыва средняя скорость отступания береговой линии составила 0.25–0.5 м/год, достигая на выступающих частях берега 1.2–1.6 м/год. Максимальная скорость размыва до 2 м/год зафиксирована на самой западной оконечности острова (Ryabchenko et al., 2018).

Южное побережье Финского залива в районе пос. Большая Ижора характеризуется общим изменением экспозиции береговой линии с отклонением ее от субширотного направления на юго-восток. Особенности геологического строения береговой зоны на этом участке, характеризующегося достаточным количеством песчано-гравийного материала, привели к развитию динамических форм берегового рельефа – «вдольбереговых песчаных волн», шириной около 100 м, переходящих местами в песчаные косы (Леонтьев и др., 2011). Результаты, полученные в ходе многолетних натурных наблюдений с привлечением данных дистанционного зондирования показали, что за период наблюдений с 2011 по 2018 гг. ежегодное вдольбереговое смещение «волн» составляет в среднем 25 м/год, при этом происходит размыв пляжа с западной стороны выступающего участка берега («волны»), с среднегодовым показателем в 8 м/год. Расчет площади трансформации побережья за многолетний период на западе и востоке динамического участка берега показывает преобладание сокращения площади пляжа над его аккумуляцией, что показывает наличие выноса песка за пределы береговой зоны.

Побережье на западе пос. Лебяжье южного берега Финского залива отличается от соседних берегов наличием активного берегового уступа высотой 15–20 м, сложенных чередованием в разрезе песчаных отложений и валунных супесей. Субширотная экспозиция берега и наличие обширного прибрежного мелководья способствует снижению интенсивности волновой абразии на этом участке берега. Проведенное здесь в 2016 и 2017 гг. наземное лазерное сканирование поверхности пляжа и берегового уступа показало, что разрушение склона обусловлено, в первую очередь, значительным объемом атмосферных осадков, приводящих к образованию временных эрозионных потоков, разрушающих обнаженные участи склона. Мощность разрушенного склона в верхней части составила в среднем около 1 м. Объем смещенного вниз по склону материала достигал около 5.8 м³ на один погонный метр берега. По данным ретроспективного анализа космоснимков, с 2005 г. по 2018 г. бровка берегового уступа сместилась в сторону суши на 13 м, что ежегодно составляет около 0.8 м/год.

Таким образом, инструментальные наблюдения выявили высокие темпы береговой абразии на ряде ключевых участков, что требует продолжения мониторинга и развития его технологической составляющей за счет применения современных методов, позволяющих отслеживать в постоянном режиме скорость и направленность развития литодинамических процессов, охватывающих все побережья восточной части Финского залива. Важно отметить, что интенсивность экзогенных геологических процессов, предопределенная геологическим строением и рельефом береговой зоны, находится в непосредственной зависимости от гидрометеорологических факторов, к которым относятся не только штормовая активность, экстремальные нагоны и характер ледяного покрова, определяющие литодинамику береговой зоны преимущественно осенью и зимой, но и – как показывает изучение склоновых процессов в пос. Лебяжье – интенсивность атмосферных осадков в весенне-летний период.

Работа выполнены при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №17-77-20041).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Леонтьев И. О., Рябчук Д. В., Сергеев А. Ю., Сухачева Л. Л.* О генезисе некоторых форм рельефа дна и берегов восточной части Финского залива // Океанология. – 2011. – Т. 51. – № 4. – С. 734–745.
2. *Ryabchenko V. A., Leontyev, I. O., Ryabchuk, D. V., Sergeev A. Yu, Dvornikov A. Yu., Martyanov, S. D., Zhamoida V. A.* Mitigation measures of coastal erosion on the Kotlin Island's shores in the Gulf of Finland, the Baltic Sea // Fundamentalnaya i Prikladnaya Gidrofizika. –2018. –V. 11. –Is. 2. –P. 36–50. (http://hydrophysics.info/?p=3690&lang=en). ISSN 2073-6673.
3. *Ryabchuk D., Kolesov A., Chubarenko B., Spiridonov M., Kurennoy D., Soomere T.* Coastal erosion processes in the eastern Gulf of Finland and their links with geological and hydrometeorological factors // Boreal Environment Research. –2011. –V. 16 (suppl. A). – P. 117–137.
4. *Sergeev, A., Ryabchuk, D., Zhamoida, V., Leont'yev, I., Kolesov, A., Kovaleva, O., Orviku, K.* Coastal dynamics of the eastern Gulf of Finland, the Baltic Sea: toward a quantitative

assessment // Baltica. –2018. – 31 (1), –P. 49-62. ISSN 0067-3064. (https://doi.org/10.5200/baltica.2018.31.05)

Краткая информация об авторах

Александр Юрьевич Сергеев, к.г.-м.н.
Старший научный сотрудник отдела Региональной геоэкологиии и морской геологии.
Специализация: Четвертичная геология и геоморфологическое изучение береговых зон внутренних и шельфовых морей, ГИС анализ и палеогеографическое моделирование.
E-mail: sergeevau@yandex.ru

Ольга Анатольевна Ковалева
Научный сотрудник отдела Региональной геоэкологиии и морской геологии.
Специализация: Литодинамика береговой зоны, морская геология, четвертичная геология, палеогеография.
E-mail: olya_pavlikova@mail.ru

Дарья Владимировна Рябчук, к.г.-м.н.
Зав. отделом Региональной геоэкологиии и морской геологии.
Специализация: Литодинамика береговой зоны, морская геология, четвертичная геология, палеогеография, экологическая геология.
E-mail: Daria_Ryabchuk@mail.ru

Владимир Александрович Жамойда, к.г.-м.н.
Ведущий научный сотрудник отдела Региональной геоэкологиии и морской геологии.
Специализация: Морская геология, четвертичная геология, палеогеография, экологическая геология.
E-mail: Vladimir_Zhamoida@vsegei.ru

A.Yu. Sergeev, D. V. Ryabchuk, V. A. Zhamoida, O. A. Kovaleva

COASTAL DYNAMICS OF THE EASTERN GULF OF FINLAND – TOWARD A QUANTITATIVE ASSESSMENT

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI)
Russia, 199106, St. Petersburg, Sredny prospect, 74
E-mail: sergeevau@yandex.ru

The results of coastal monitoring over the past decade, instrumental observations and retrospective analysis of remote sensing data for the eastern part of the Gulf of Finland have been summarized. Identified the most dynamic part of the coastal zone, provided information about the rates, direction and amount of redistributed sandy material in the coastal zone as a result of coastal erosion and landslide processes.

Keywords: coastal erosion; terrestrial laser scanning; sediment loss; coastal processing; Is. Kotlin; Bolshaya Izhora; Kurortny district.

During the long-term monitoring of hazardous exogenous geological processes carried out by the scientists of the Department of marine and environmental geology of VSEGEI in the Eastern Gulf of Finland and on its coasts, the main natural factors determining the dynamics of coastal processes in this part of the Baltic Sea were identified. On the one hand, these include peculiarities of the geological structure of the coasts composed of boulder sandy loams, loams, sands and clays, which are easily erodible by sea waves and water run-off; morphology of the coast and the underwater coastal slope; exposure to the coastline with respect to the prevailing direction of wave action; solid inflow of rivers and streams as a source of sedimentary material. On the other hand, the intensity of coastal processes is determined by the hydrometeorological conditions in the region: long-lasting eastern storms; water surge more than two meters, lack of stable ice cover in winter (Ryabchuk et al., 2011). Modern trends in coastal dynamics may be affected significantly in the near future under by the influence of changing climatic conditions, which include eustatic sea level rise and an increase in the frequency of extreme storms and storm surges.

Analysis of long-term observations with the involvement of remote sensing data, the most dynamic parts of the coastal zone of the Eastern Gulf of Finland were identified. These include, above all, the shores of the Kurortny district, the western coast of Is. Kotlin and the southern coast of the bay between Lebyazhye and Bolshaya Izhora villages.

The coastal area of the Kurortny district is exposed to the greatest erosion under the influence of western and southwestern storms, the intensity of which has increased over the last decade. The longest series of leveling measurements of the beach's cross-sectional profile, available for the Komarovo village showed that from 1988 to 2018, the average annual erosion rate of the beach is 0.9 m/year (Sergeev et al., 2018). At the same time, as a result of a series of storms in 2011, the coastal cliff was shifted up to 6.5 m landward. The ground-based laser scanning performed for this part of the coastline annually from 2012 to 2017 made it possible to calculate the volume of redeposited sand in the coastal zone. During this period, the total balance of redeposited sand shows a reduction of beach sediments by 413 m^3 in a stretch of coast about 90 m long. The average loss of sand as a result of storms over a five-year period is 4.5 m^3 per 1 meter of shore.

Data analysis of the dynamics of the western coast of Kotlin for 76 years (according to the aerial survey of August 15, 1939 and modern remote sensing data) shows that the dominant lithodynamic processes here are the along-shore transfer of sandy material and alignment of the coast contour, with abrasion (cutting) of capes and accumulation (filling) located east of adjacent to them bays. For a period of 76 years the average rate of the coastline retreat was 0.25–0.5 m/year, reaching 1.2–1.6 m/year on the protruding parts of the coast. The maximum erosion rate of up to 2 m/year was recorded at the most western part of the island (Ryabchenko et al., 2018).

South coast of the Gulf of Finland in the area of the village Bolshaya Izhora is characterized by a general change in the exposure of the coastline with its deviation from the sublatitudinal direction to the south-east. Features of the geological structure of the coastal zone in this area, characterized by a sufficient amount of sand and gravel material, led to the development of dynamic forms of coastal relief - "alongshore sandy waves", about 100 m wide (Leontiev et al., 2011). Comparison of remote sensing data and results of annual monitoring showed that over the period of observations from 2011

to 2018 the annual alongshore "waves" displacement reached 25 m / year in average, while the beach is eroded from the west side of the protruding section of the coast ("waves"), with an average annual rate of 8 m / year. The calculation of the transformation area of the coast for a long-term period showed potential sand material losses.

The coast in the west of the village Lebyazhye (southern coast of the Gulf of Finland) differs from the neighboring shores by the presence of active coastal cliff up to 15–20 m high, composed by sandy sediments and boulder sandy loams. Sub-latitude exposure of the coast and the presence of gentle coastal slope can reduce the intensity of wave erosion in this area of the coast. Undertaking there terrestrial laser scanning of the beach surface and coastal cliff in 2016 and 2017 showed that the destruction of the slope is primary due to a significant amount of precipitation, leading to the formation of temporary erosion flows, destroying the exposed part of the slope. The thickness of the destroyed slope in the upper part averaged about 1 m. The volume of material displaced down the slope reached about 5.8 m^3 per one meter of shore. According to a retrospective analysis of satellite images, from 2005 to 2018, the edge of the coastal ledge shifted toward the land by 13 m, which is about 0.8 m / year annually.

Thus, instrumental observations allowed to detect areas with extremely high erosion rate. Intense exogenous geological processes in these areas dependent on hydrometeorological factors, ice cover, geological structure and relief of the coastal zone. These segments of the Eastern Gulf of Finland coastal zone requires continued monitoring.

The work was supported by a grant from the RSF (project No. 17-77-20041).

REFERENCES

1. *Leont'ev I.O., Ryabchuk D.V., Sergeev A.Y., Sukhacheva L.L.* On the genesis of some bottom and coastal features in the Eastern Gulf of Finland. Oceanology. 2011. T. 51. № 4. P. 688-698.
2. *Ryabchenko V. A., Leontyev, I. O., Ryabchuk, D. V., Sergeev A. Yu, Dvornikov A. Yu., Martyanov, S. D., Zhamoida V. A.* Mitigation measures of coastal erosion on the Kotlin Island's shores in the Gulf of Finland, the Baltic Sea // Fundamentalnaya i Prikladnaya Gidrofizika. –2018. –V. 11. –Is. 2. –P. 36–50. (http://hydrophysics.info/?p=3690&lang=en). ISSN 2073-6673.
3. *Ryabchuk D., Kolesov A., Chubarenko B., Spiridonov M., Kurennoy D., Soomere T.* Coastal erosion processes in the eastern Gulf of Finland and their links with geological and hydrometeorological factors // Boreal Environment Research. –2011. –V. 16 (suppl. A). –P. 117–137.
4. *Sergeev, A., Ryabchuk, D., Zhamoida, V., Leont'yev, I., Kolesov, A., Kovaleva, O., Orviku, K.* Coastal dynamics of the eastern Gulf of Finland, the Baltic Sea: toward a quantitative assessment // Baltica. –2018. – 31 (1), –P. 49-62. ISSN 0067-3064. (https://doi.org/10.5200/baltica.2018.31.05)

Brief information about the authors

Sergeev A. Yu. PhD (Geol.-Miner.)
Senior Researcher, Department of Marine and Environmental Geology.

Area of expertise: Marine quaternary geology, geomorphology, coastal processes, GIS analysis, paleogeography reconstructions.
E-mail: sergeevau@yandex.ru

Kovaleva O. A.
Researcher, Department of Marine and Environmental Geology.
Area of expertise: Coastal lithodynamic, coastal processes, marine geology, quaternary geology, paleogeography.
E-mail: olya_pavlikova@mail.ru

Ryabchuk D. V. PhD (Geol.-Miner.)
Head of Department of Marine and Environmental Geology.
Area of expertise: Coastal lithodynamic, coastal processes, marine geology, quaternary geology, paleogeography, environmental geology.
E-mail: Daria_Ryabchuk@mail.ru

Zhamoida V. A. PhD (Geol.-Miner.)
Leading research, Department of Marine and Environmental Geology.
Area of expertise: Marine geology, quaternary geology, paleogeography, environmental geology.
E-mail: Vladimir_Zhamoida@vsegei.ru

УДК 504.4.062.2

В.А. Жигульский[1], В.Ф. Шуйский[1], Е.Ю. Максимова[1], В.А. Фёдоров[2], В.В. Паничев[1], А.А. Успенский[3], Т.С. Былина[1], А.М. Булышева[1], М.М. Булышева[1]

О ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРОГРАММЫ КОМПАНИИ «ЭКО-ЭКСПРЕСС-СЕРВИС» «ПЛАВНИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА»

[1]ООО «Эко-Экспресс-Сервис»
Россия, 195112, Санкт-Петербург, Заневский пр., 32, корп. 3
E-mail: ecoplus@ecoexp.ru

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

[3]Санкт-Петербургский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)
Россия, 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26

Даётся очередной краткий отчёт о ходе выполнения комплексной научно-исследовательской программы изучения экосистем зарослей макрофитов Невской губы и восточной части Финского залива в условиях воздействия и последействия гидротехнических работ. Представляются некоторые промежуточные результаты фитоценологической, ихтиологической, орнитологической составляющей программы.

Ключевые слова: экосистемы зарослей макрофитов, плавни, Невская губа, восточная часть Финского залива, воздействие гидротехнических работ.

Научно-исследовательская программа «Плавни восточной части Финского залива» разработана, координируется и осуществляется эколого-проектной компанией «Эко-Экспресс-Сервис» с участием специалистов из ведущих научных организаций Санкт-Петербурга. Как известно, заросли макрофитов Невской губы и восточной части Финского залива играют важную и сложную экологическую роль. Здесь формируются особые экосистемы с высоким биоразнообразием, гнездятся и отдыхают при миграциях водоплавающие и околоводные птицы, происходит нерест и нагул молоди фитофильных видов рыб, идёт активное очищение вод и т.д.

В этой акватории десятилетиями активно ведутся гидротехнические работы. Многие их факторы негативно влияют на зарослевые экосистемы. Однако создание некоторых гидротехнических сооружений даже стимулирует развитие зарослей. Так, создание Комплекса защиты Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) изменило гидрологический режим и привело к активному разрастанию зарослей макрофитов. Баланс этих процессов неизвестен. Неясно: сокращаются или расширяются в итоге площади зарослей в целом; нужны ли зарослям инженерные восстановительные меры; дают ли новые заросли полноценную замену утраченным, выполняют ли все их экологические функции? Выяснение этих вопросов – цель нашей программы.

К настоящему времени практически выполнены первоочередные задачи программы: сравнительная оценка состояния зарослевых экосистем разного возраста в градиенте воздействия гидротехнических работ, возле КЗС и вне КЗС, а также создание эффективной системы их комплексного экологического мониторинга. Дальнейшие задачи: оценка баланса динамики зарослевых экосистем в этой акватории; определение необходимости и состава мер по их восстановлению; подготовка предложений по соответствующей корректировке нормативной природоохранной базы.

Система эталонных зарослевых участков отражает разные сочетания возраста зарослей, уровня воздействия на них и положения относительно КЗС. По возрасту зарослей выделяются 3 градации: «старые» – возникшие до строительства КЗС; «средневозрастные» – возникшие в ходе строительства (с 1979 до 2011 гг.); «новые» – появившиеся после завершения строительства КЗС. По уровню воздействия гидротехнических работ и их последствий – также берутся три градации: «сильное» – в зоне прямого влияния работ или их недавних последствий; «умеренное» (непрямое) и «фоновое».

Наблюдения ведутся с августа 2016г. на эталонных участках, каждый площадью около 1 км^2. Участки охватывают все реальные сочетания трёх градаций возраста и трёх градаций уровня воздействия, причём в двух вариантах – вдали от КЗС и около КЗС. Есть ещё два дополнительных (внесистемных) участка в зарослях с наивысшим разнообразием биоты. Итого – 16 участков. Мониторинг включает: 3 раза в год – аэрофотосъемку и картирование водной расти-

тельности (более 35 км^2), фитоценологические исследования, отбор на 28 станциях и анализ проб воды, грунта, фитопланктона, зоопланктона, зообентоса; наблюдения за водоплавающими и околоводными птицами при весенних и осенних миграциях и при гнездовании; изучение нереста и нагула молоди фитофильных видов рыб.

Большинство собранных материалов ещё проходят различные стадии обработки, но уже имеются и некоторые предварительные результаты. В основном, «старые» заросли – наиболее сложно структурированы. Они самые плотные, с большим проективным покрытием поверхностей воды и грунта. Они стабильны, так как уже заняли весь подходящий биотоп. «Средневозрастные» – более просты и динамичны. Они менее плотны, перемежаются прогалами. Продолжают постепенно уплотняться и расширяться. «Новые» сообщества – просты, одноярусны, заняли пока малую часть биотопа и активно разрастаются. Проективное покрытие растительностью поверхностей воды и грунта прямо зависит от возраста зарослей и от близости к КЗС.

Выявлены, картированы и изучены основные нерестилища фитофильных видов рыб. Наиболее привлекательны для нереста – «старые» и «средневозрастные» заросли. Но при этом в плотных «старых» зарослях используется в основном только их внешняя зона. «Средневозрастные» заросли, менее плотные, используются для нереста по всей их площади, то есть более эффективно. «Новые» заросли для нереста пока малопригодны, используются для нагула молоди. Обрабатываются результаты работ по изучению зависимости показателей нереста от состава грунта и характеристик зарослей.

При весенних миграциях водоплавающих и околоводных птиц значительные скопления наблюдались на всех эталонных участках со «старыми» и «средневозрастными» зарослями. В период гнездования – основной «орнитологической ценностью» также обладают «старые» и «средневозрастные» заросли. По некоторым показателям «средневозрастные» заросли даже более предпочтительнее. Они менее плотны и имеют прогалы – позволяют лучше маневрировать и кормиться. При весенней миграции видовое сходство участков со старыми и средневозрастными зарослями довольно велико, но они резко отличаются от участков с «новыми» зарослями. «Новые» заросли используются птицами минимально. Осенние миграционные стоянки выражены гораздо хуже. Судя по эталонным участкам, общая численность птиц в Невской губе в период осенней миграции 2016-2017гг. на порядок меньше весенней.

Гидротехнические работы и эксплуатация гидротехнических сооружений могут локально значимо влиять на использование зарослей для миграционных стоянок птиц: существенно исказить пространственно-временную динамику формирования миграционных стоянок, снизить их численность в 2-3 раза. Однако КЗС не оказывает негативного влияния на распределение птиц, а наоборот, даёт птицам новые биотопы для миграционных стоянок и гнездования.

Некоторые результаты бентологической составляющей программы представлены в настоящем сборнике в тезисах отдельного доклада. Прочие гидробиологические материалы ещё проходят обработку.

В целом, по предварительным результатам выполнения программы складывается впечатление, что заросли, возникшие во время строительства КЗС, по основным экологическим функциям уже мало уступают более старым зарослям, а по некоторым даже лидируют. Экологическая роль новых зарослей, возникших после создания КЗС, пока менее существенна, но у них большой потенциал.

UDC 504.4.062.2

V. Zhigulsky[1], V. Shuisky[1], E. Maksimova[1], V. Fedorov[2], V. Panichev[1], A. Uspenskiy[3], T. Bylina[1], A. Bulysheva[1], M. Bulysheva[1]

ABOUT PROGRESS OF "ECO-EXPRESS-SERVICE" LLC RESEARCH PROGRAMME "THE MACROPHYTE THICKET ECOSYSTEMS IN THE EASTERN GULF OF FINLAND"

[1]"Eco-Express-Service" LLC
Russia, 195112, St. Petersburg, Zanevskiy pr., 32/3
***E-mail: ecoplus@ecoexp.ru**

[2]Saint-Petersburg State University
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7-9

[3]National Research Institute of Lake and River Fisheries
Russia, 199053, St. Petersburg, nab. Makarova, 26

The latest brief report on the implementation progress of a comprehensive research programme about macrophyte thicket ecosystems in the Neva Bay and the Eastern Gulf of Finland in the context of the impact and aftereffect of hydraulic works is given. Some preliminary results of phytocenological, ichthyological, ornithological programme aspects are presented.

Keywords: macrophyte thickets ecosystems; wetlands; Neva Bay; eastern part of the Gulf of Finland; hydraulic works impact.

Research programme "The macrophyte thicket ecosystems in the Eastern Gulf of Finland" was developed and is coordinated and carried out by the St. Petersburg company "Eco-Express-Service" LLC with the participation of experts in head research St. Petersburg organizations. The macrophyte thicket ecosystems in the Neva Bay (NB) and Eastern Gulf of Finland (EGoF) are known to play important and multifaceted role in the ecosystem. Special ecosystems with high biodiversity are formed, aquatic and semi-aquatic birds nest and have a rest during migrations, phytophilous young fish species spawn and feed, there is an active self-cleaning of water bodies, etc.

Hydraulic works have been actively conducted in this water area for decades. They often have a strong negative impact on these ecosystems. Some hydraulic works, however, lead to proliferation of new communities of water macrophytes. This was the case of construction of the dams of Saint Petersburg Flood Prevention Facility Complex (FPFC). Construction and maintenance of FPFC has changed a hydrological regime and has led to the increase in surface covered by macrophyte thicket ecosystems and occurrence of new thickets. The overall balance of increases/decreases in projective cover of macrophyte thickets on the water surface is unknown. It is not clear whether thickets reduce or expand in general; whether engineering recovery measures are necessary to thickets; whether new aquatic macrophytes communities can fully compensate the ecological role of thickets lost? Clarification of these questions is the purpose of our program.

Program priorities are almost carried out so far: comparative evaluation of macrophyte thicket ecosystems state under the impact of hydraulic works in context of longer-term background processes, near FPFC and far from it, and establishment of its integrated environmental monitoring system as well. Further purposes are: balance assessment of the macrophyte thicket ecosystems dynamics in this area; determination of restoration measures necessity and composition; proposals on improvement of technical and methodological environmental documents.

A system of model parcels of macrophyte thicket ecosystems indicates different combinations of thicket age gradations, gradations of hydraulic works' impact level and position relative to FPFC. A technogenic impact on thicket ecosystems of various age is studied separately: "aged macrophyte thicket ecosystems" – that have been existing before the construction of the FPFC; "middle-aged" – have appeared during FPFC construction (1979-2011); "new" – formed after the completion of FPFC. Impact level of hydraulic works and their consequences on thicket ecosystems is also divided into three gradations: "strong" impact is in the zone of direct works or their recent consequences impact; "moderate" (indirect) and "background".

Observations were started in August, 2016 at model parcel which area is about 1 km^2. It reflects all real combinations of thicket age and hydraulic works impact level gradations. Such combinations are distinguished in two variants: far from FPFC and near it. Two non-system plots in macrophyte thickets with the highest biodiversity are also considered. Total is 16 model parcels. Annual comprehensive studies at model parcels include the following: tri-annual – aerial survey and mapping of aquatic communities (more than 35 km^2); phytocenological studies, water, soil, phytoplankton, zooplankton and zoobenthos sampling and analysis at 28 stations; observations of aquatic and semi-aquatic birds at spring and autumn migration and nesting; studying of phytophilous fish species spawning, breeding and fattening.

At this moment, the majority of the collected materials undergo various stages of processing. Some preliminary results are as follows. Basically, "old" macrophyte thickets have the most difficult structure. These thickets are the densest with the highest value of projective cover degree of the water and ground surface. They are stable as they have already occupied all suitable biotope. "Middle-aged" macrophyte thickets are simpler and more dynamic. They are less dense and intersperse with gaps. They continue to gradually expand and thicken. "New" macrophyte thickets are simple, form only 1-layer groups. They occupied a small percent of the biotopes and actively expand. The projective cover degree of the water and ground surface by vegetation is quite directly related to the thickets age and the proximity to FPFC.

Main spawning areas of phytophilous fish species were revealed, mapped and studied. "Old" and "middle-aged" thickets were found to be the most attractive for the spawning of phytophilous fishes. In this case the external peripheral zone is used more actively for spawning in denser "old" thickets. "Middle-aged" thickets, that are less dense, are used for spawning throughout its area (more effectively than "old" one). "New" thickets are not very suitable for spawning now, they are mostly used for breeding of juveniles. Studying of dependence of spawning indicators on soil types and projective cover degree of the water surface by vegetation are also carried out as part of programme.

Significant clusters of aquatic and semi-aquatic birds' spring migrants were observed at all model parcels in "old" and "middle-aged" thickets. The "old" and "middle-aged" thickets during the nesting period also have the highest "ornithological value". "Middle-aged" thickets are even more preferable according to some indicators. They are less dense and have an open space which allow

birds to freely maneuver and feed. A species convergence of model parcels at “old” and “middle-aged” thickets is quite high during spring migration, but they differ markedly from “new” thickets. “New” thickets are minimum used for nesting. Autumn stopovers of wetland birds in the Neva Bay seemed to be expressed much worse than spring. The total number of birds in the Neva Bay during the autumn migration 2016-2017 is massively less than during spring migration.

Hydraulic works and hydraulic structures operation can have a significant local impact on the thickets use for bird migration sites: it can significantly disturb the spatial and temporal dynamics of the migration sites formation and reduce its number by 2-3 times. However, FPFC doesn’t have a negative impact on the birds’ distribution. Moreover, it provides new biotopes for migratory and nesting sites to birds.

Some results of the macrozoobenthos communities studying as part of programme are presented in this book as a separate report. Other hydrobiological materials are still being processed.

In general, according to preliminary results of programme, thickets, which have appeared during FPFC construction, are not behind the older thickets in the most important environmental properties and, in some cases, they even prevail. The environmental role of younger thickets, that formed after the completion of FPFC, is still less significant, but they have a good potential.

УДК 504.61

В.А. Жигульский

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

ООО «Эко-Экспресс-Сервис»
Россия, 195112, Санкт-Петербург, Заневский пр., 32, корп. 3
E-mail: ecoplus@ecoexp.ru

Анализируется современное состояние проблемы оценки воздействия дноуглубительных работ на окружающую среду при проектировании. Определяются возможные пути решения затруднений при этой оценке.

Ключевые слова: дноуглубительные работы; оценка воздействия на окружающую среду; гидростроительство; гидротехнические сооружения; эколого-экономические издержки.

Общеизвестно, что основные объёмы морских гидротехнических работ связаны с развитием и эксплуатацией морской транспортной системы, в первую очередь – со строительством портов.

В настоящее время в мире насчитывается более 11 тыс. морских портов и терминалов с суммарным грузооборотом более 19 млрд тонн. За период 2003-2018 гг. объем перевалки грузов 10 крупнейших портов мира увеличился в 3,3 раза. Примечательно, что структура десятков крупнейших портов мира изменилась за счет появления китайских портов, которые существенно потеснили европейские.

Грузооборот российских портов в XXI веке растёт в арифметической прогрессии. За последние 15 лет он вырос более чем в 3 раза: с 260 до 816 млн тонн. Наибольшая его доля (35%) приходится на Балтийский морской бассейн.

Показатели их воздействия на морские и прибрежные экосистемы растут ещё более высокими темпами – в геометрической прогрессии. Это определяет высочайшую актуальность проблемы эффективного управления воздействием гидротехнических работ на морскую среду.

Уровень негативного воздействия на окружающую среду при строительстве гидротехнических сооружений (ГТС) на порядок величин больше, чем при их эксплуатации. При этом до недавнего времени основу эколого-экономических издержек составляли компенсационные платежи за вред морским биоресурсам (ВБР) и плата за замутнение и загрязнение морской среды (в среднем для гидростроительных проектов восточной части Финского залива – 38 % и 45 % соответственно). Последний показатель исчислялся согласно «Методике по расчету платы за загрязнение акваторий морей и поверхностных водоемов, являющихся федеральной собственностью Российской Федерации, при производстве работ, связанных с перемещением и изъятием донных грунтов, добычей нерудных материалов из подводных карьеров и захоронением грунтов в подводных отвалах» (утвержденной Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды 29.04.1999 г.). Однако Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 15 августа 2018 г. N 359 данная методика была отменена.

Причиной этого послужило изменение концепции платы за негативное воздействие на окружающую среду, декларируемой N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Согласно статье 16 этого закона в редакциях до 01.01.2016г., к платным относилось и так называемые «иные виды негативного воздействия на окружающую среду», к которым относились, в частности, загрязнение и замутнение морской абиотической среды при ведении гидротехнических работ. Однако в настоящее время, начиная с редакции N7-ФЗ от 01.01.2016г. и далее, «иные виды негативного воздействия на окружающую среду» более оплате не подлежат.

Компенсационные платежи за вред ВБР исчисляются по «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» (Приложение к приказу Росрыболовства от 25.11.2011 г. № 1166; зарегистрировано в Минюсте РФ 05.03.2012 г. № 23404). Согласно этой методике, негативное воздействие на ВБР никак не нормируется и оплачивается по единому тарифу – линейной шкале, иными словами – то есть не сдерживается ни правовыми, ни экономическими механизмами. И по этому же принципу – без нормирования и экономического ограничения – оценивалось загрязнение и замутнение морских вод «Методикой по расчету платы за загрязнение акваторий…» до её отмены.

Таким образом, сложилась парадоксальная ситуация:

- второстепенные факторы воздействия ГТР на морскую среду оцениваются и частично нормируются по ПДУ и (или) с прогрессивной шкалой,
- а основные факторы (дающие около 80% воздействия) – фактически не нормируются (за формальным исключением их кратковременных сезонных ограничений), оцениваются неэффективной линейной шкалой или теперь даже не оцениваются вообще.

Фактически правовая основа в настоящее время имеется только для оценки воздействия на окружающую среду эксплуатируемых производственных объектов.

Согласно ст. 4.2. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»: объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, в зависимости от уровня такого воздействия подразделяются на четыре категории.

Присвоение объекту, оказывающему негативное воздействие на окружающую среду, соответствующей категории осуществляется **при его постановке на государственный учет** объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Вопросы постановки на государственный учет строящихся объектов в настоящее время не урегулированы.

Таким образом, в настоящее время **существенная часть воздействия ГТС на окружающую среду (связанная со строительством объекта, а не с его эксплуатацией)** не имеет правовой основы для оценки и нормирования.

Выделяются следующие перспективные направления ревизии и улучшения нормативно-методической базы оценки воздействия ГТР на морскую среду.

1. Создать нормативно-правовую основу для постановки на государственный учет строящихся объектов с целью обеспечения возможности его оценки и нормирования, в частности:

– соответствующим образом дополнить Приказ Минприроды России от 23.12.2015 № 554 перечнем сведений, необходимых для постановки на учет строящихся объектов;

– законодательно урегулировать порядок актуализации сведений (снятия с учета) для строящихся объектов после их ввода в эксплуатацию.

2. Воссоздать нормативно-правовую основу для эколого-экономической оценки и основанного на ней регулирования наиболее существенных факторов негативного воздействия на окружающую среду при гидростроительстве – замутнения и загрязнения морских вод при перемещении донных грунтов и образовании ИЗУ.

3. При этом предусмотреть меры регулирования данного воздействия – правовые (предельно допустимый уровень) и экономические (прогрессивная, а не линейная шкала исчисления платы за замутнение и химическое загрязнение морских вод при перемещении донных грунтов и создании ИЗУ).

4. При расчёте затрат на компенсацию вреда, наносимого ВБР при образовании ИЗУ, исключить сложившуюся порочную практику исчисления постоянного вреда (за безвозвратное отторжение части акватории) за условный период 100 лет. Данная практика приводит к необоснованному резкому завышению расчётных платежей, не имеющих логического и юридического основания. Следует учесть, что после создания ИЗУ бывший участок акватории приобретает статус земельного участка. После перевода части водного объекта в статус земельного участка применять к нему требования возмещения вреда ВБР неправомерно. Следует ограничить срок исчисления вреда ВБР при создании ИЗУ моментом выдачи разрешения на ввод его в эксплуатацию.

UDC 504.61

V. Zhigulsky

DREDGING IMPACT ASSESSMENT ON THE ENVIRONMENT IN THE DESIGN

«Eco-Express-Service» LLC
Russia, 195112, St. Petersburg, Zanevsky pr., 32-3
E-mail: ecoplus@ecoexp.ru

The current state of the problem of dredging impact assessment on the environment in the design is analyzed. Possible solutions of difficulties at this assessment are determined.

Keywords: dredging works; environmental impact assessment; hydraulic construction; hydraulic engineering structures; environmental and economic costs.

Main volumes of marine hydraulic works are well known to be connected with the development and operation of the maritime transport system, primarily with the ports construction.

Currently there are more than 11 thousand seaports and terminals in the world with a total cargo turnover of more than 19 billion tons. During 2003-2018 the cargo transshipment volume of the 10 largest ports in the world increased by 3,3 times. It is worthy of note that the structure of dozens largest ports in the world has changed due to the emergence of Chinese ports, which significantly pressed European ports.

The cargo turnover of Russian ports in the 21st century is growing in an arithmetic progression. It has grown more than 3 times over the last 15 years: from 260 to 816 million tons. Baltic Sea basin has 35%.

Indicators of their impact on marine and coastal ecosystems are growing at even higher rates – in a geometric progression. It determines the highest relevance of the problem of effective management of hydraulic work impact on the marine environment.

The level of negative impact on the environment during the construction of hydraulic structures is greater by an order of magnitude than during its operation. At the same time, until recently, the basis of environmental and economic costs was compensation payments for harm to marine bioresources and payment for turbidity and pollution of the marine environment (38% and 45%, respectively, is on average for hydroconstruction projects in the eastern part of the Gulf of Finland). The value of payment for turbidity and pollution of the marine environment was calculated according to the "Methodology for calculating the charge for pollution of sea areas and surface water bodies, which are the federal ownership of the Russian Federation, during works related to the movement and removal of bottom soils, extraction of nonmetallic materials from underwater quarries and soils dumping in underwater dumps" (approved by State Committee of the Russian Federation on Environmental Protection on 29.04.1999). However, this methodology was canceled by the Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation of 15.08.2018 N 359.

It was caused by the change of the payment concept for the negative impact on the environment, declared by Federal Law N 7 "On the Environmental Protection". According to section 16 of the act in editions until 01.01.2016, so-called "other types of negative environmental impact", which included, in particular, pollution and turbidity of the marine abiotic environment during hydraulic en-

gineering works, were also paid. However, at present, "other types of negative environmental impact" are no longer subject to payment since the edition of Federal Law N 7 of 01.01.2016 and further.

Compensation payments for damage to marine bioresources are calculated according to the "Methodology for calculating the value of damage caused to aquatic biological resources" (Appendix to the order of the Federal Fishery Agency of 25.11.2011 N 1166; registered in the Ministry of Justice of the Russian Federation on 05.03.2012 N 23404). According to this methodology, the impact on aquatic bioresources is not standardized and paid according to a single tariff (a linear scale), so that it is controlled by neither legal nor economic mechanisms. And pollution and turbidity of sea waters was estimated according to the same principle (without rationing and economic constraint) using "Methodology for calculating the charge for pollution of sea areas..." until its cancellation.

Thus, there was a paradoxical situation:

- minor factors of hydraulic works impact on the marine environment are estimated and partially standardized by the maximum permissible level (MPL) and (or) with a progressive scale,
- and main factors (bringing about 80% of the impact) actually are not standardized (except for its short-term seasonal restrictions), are estimated by an inefficient linear scale, or now are not even assessed at all.

In fact, the legal basis is currently available only for environmental impact assessment of operational production facilities.

According to section 4.2. of the Federal Law N 7 "On the Environmental Protection": objects, that have a negative impact on the environment, are divided into four categories depending on the level of such impact.

The categorization of objects, that have a negative impact on the environment, is carried out **at its state registration** of objects that have a negative impact on the environment.

Issues of state registration of objects under construction are currently not resolved.

Thus, at present, **the essential part of hydraulic engineering structures impact on the environment (associated with the object construction, but not with its operation)** does not have a legal basis for assessment and regulation.

The following upcoming trends of revision and improvement of regulatory and methodological framework for assessing the hydraulic works impact on the marine environment are marked.

1. Creation of regulatory framework for the state registration of objects under construction in order to ensure the possibility of its assessment and regulation, in particular:

– to supply correspondingly the Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation of 23.12.2015 N 554 with the list of information necessary for state registration of objects under construction;

– to regulate legislatively the procedure of data updating (deregistration) for objects under construction after putting it in operation.

2. Reconstruction of regulatory framework for environmental and economic assessment and regulation of the most significant factors of negative hydraulic construction impact on the environment – turbidity and pollution of sea areas during the movement of bottom soils and construction of artificial land.

3. At the same time, it is necessary to provide measures to control this impact – legal (maximum permissible level) and economic (progressive, but not linear, scale for calculating the charge for turbidity and pollution of sea areas during the movement of bottom soils and construction of artificial land).

4. Moreover, it is necessary to exclude the current vicious practice of calculating permanent harm (for irretrievable rejection of a part of water area) for a conditional period of 100 years in case of calculating the cost of damage compensation caused to aquatic bioresources at artificial lands construction. This practice leads to an unreasonable sharp overestimation of settlement payments that do not have a logical and legal basis. It should be noted that the former part of the water area acquires the status of a land plot after artificial lands construction. It is illegal to apply requirements of damage compensation to aquatic bioresources after transferring a part of a water body to the status of a land plot. It is necessary to limit a period for calculating a damage to aquatic bioresources at artificial lands construction with the moment of permit issuing of its operation.

УДК 504.45

А. В. Епифанов, М. А. Епифанова, Г. Я. Фролов

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПЕРЕНОСА ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И ОБРАЗОВАНИЯ НАНОСОВ ПРИ БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИИ СИНОПСКОЙ НАБЕРЕЖНОЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна» Россия, 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18
E-mail: Epifandr@yandex.ru

В работе рассмотрены подходы по моделированию процессов распространения взвешенных веществ и определению зон заиливания при производстве при производстве работ по реконструкции и ремонту Синопской набережной р.Нева

Ключевые слова: математическое моделирование переноса загрязняющих веществ; берегоукрепительные работы; мелкодисперсные взвешенные вещества.

В ходе берегоукрепления набережной р.Нева от улицы Моисеенко до Херсонского проезда проводились следующие работы, затрагивающие акваторию р. Невы: строительство новой набережной в гранитной облицовке и ремонт существующей набережной и спусков.

Выполнение данных работ приведет к постоянному и временному ущербу. Постоянный ущерб обусловлен безвозвратным отторжением участков русла реки Невы под объекты капитального строительства. Временный ущерб будет причинен за счет повреждения дна и образование зоны повышенной мутности; временного отторжения части акватории на время производства работ.

Основными процессами, негативно воздействующими на водные ресурсы, являются: вибропогружение с помощью высокочастотного вибропогружателя металлического шпунта Ларсен, погружение вертикальных свай с помощью сваебойной установки; разборка внутреннего ряда шпунтового ограждения; отсыпка камня и щебня; очистка облицовки и швов стенки набережной с помощью пескоструйных устройств.

Основной величиной для оценки динамики влияния берегоукрепительных работ на качество воды является секундный выход мелкодисперсных взвешенных веществ с гидравлической крупностью менее 0,05мм. В инженерных расчетах считается, что более крупные частицы быстро оседают на дно, повреждая непосредственно прилегающие к производству работ области [1].

Расчет выхода мелкодисперсных частиц во взвешенное состояние является сложной задачей, зависящей от параметров технологического оборудования, состава грунтов, гидрологических особенностей р.Нева. Для упрощения расчетов можно прибегнуть к ранжированию технологических процессов по степени воздействия на водные ресурсы.

При сопоставимых объемах отсыпки на дно акватории камня и щебня, содержанием пылевидных частиц в камне зачастую можно пренебречь, т.к. их количество в зависимости от состава и крупности на 2-3 порядка меньше чем в щебне и варьируется от 0,001% до 0,1%. В соответствии ГОСТом содержание пылевидных и глинистых частиц (размером менее 0,05 мм) в щебне и гравии, предназначенном для строительных работ не должно превышать двух процентов.

Массовый выход во взвешенное состояние пылевидных частиц при отсыпке щебня может быть рассчитан по формуле:

$$G = \frac{V \cdot q \cdot \gamma \cdot 1000000}{T \cdot t_{д} \cdot 3600} \qquad (1)$$

Где V- объем укладываемого на дно щебня; q- плотность щебня; T- количество дней работы; $t_{д}$- количество часов работы в сутки; γ- доля пылевидных частиц с диаметром частицы менее 0,05мм.

Погружение шпунта Ларсена происходит с помощью вибропогружателя. Выход мелкодисперсных взвешенных веществ в воду обусловлен процессами взмучивания при погружении шпунта. В связи с малым сроком работ по погружению шпунта, данным видом загрязнения можно пренебречь. Выемка шпунта Ларсена приведет к большему выходу взвешенных частиц, но не более объема шпунта Ларсена забитого в грунт.

При пескоструйных работах во взвешенное состояние будет переходить мелкодисперсная фаза песка, которая не должна превышать 12%.

Расчет переноса и осаждения мелкодисперсных взвешенных веществ в р.Нева проведен по двумерной стационарной математической модели прогноза качества воды [2,3].

По результатам расчета показано, что ПДК по взвешенным веществам будут превышены только при отсыпке щебня на расстоянии не превышающем 63м от границ работ, причем ширина зоны влияния не превысит 5 м. Максимальная превышения фоновой концентрации составят 1,73 мг/л. Протяженность слоя осадка с толщиной более 5 мм составит 27 м, а площадь заиленного дна 135 м^2.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Клеванный К.А., Колесов А.М., Мостаманди М.-С.В.* Прогноз наводнений в Санкт-Петребурге и восточной части Финского залива в условиях работы комплекса защитных сооружений. Метеорология и гидрология, 2015. №2. с.61-70.

2. *Жильникова Н.А., Шишкин А.И., Епифанов А.В., Епифанова М.А.* Алгоритм управления перераспределением техногенной нагрузки для территориальных природно-технических комплексов на основе геоинформационных систем.//Информационно-управляющие системы. 2017. №1:93-101
3. *Шишкин А.И, Кушнеров А.И., Жильникова Н.А., Антонов И.В.* Имитационное моделирование распределения нагрузки между водопользователями речного бассейна // Сборник материалов «XVIII Международного экологического Форума День Балтийского моря», 22-23 марта 2017 г., СПб, ООО «Свое издательство», 2017, с.191-194 (URL: http://www.helcom.ru/baltic_sea_day/bsd_thesis_collection)

Краткая информация об авторах

Епифанов Андрей Валерьевич, к.т.н., доцент.
Доцент кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СПбГУПТД.
Специализация: Нормирование нагрузки на водные объекты, математичсекое моделирование переноса загрязняющих веществ в водных объектах, географические информационные системы
E-mail: epifandr@yandex.ru

Епифанова Марина Анатольевна, аспирант
Специализация: моделирование процессов переноса загрязняющих веществ в водных объектах.
Email: epif.marina@gmail.com

Фролов Георгий Ярославович, бакалавр.
Магистр кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СПбГУПТД.
Специализация: программирование и математическое моделирование переноса загрязняющих веществ в водоемах
Email: garry96.96@yandex.ru

A.V. Epifanov, M. A. Epifanova, G. Y. Frolov

ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF TRANSPORT OF SUSPENDED SOLIDS AND SEDIMENT FORMATION AT THE SHORE PROTECTION OF SINOPSKAYA EMBANKMENT

SPbSUITD HSTE
191186, Russia, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya St., Building 18
E-mail: Epifandr@yandex.ru

The paper considers approaches to modeling the processes of distribution of suspended solids and the definition of silting zones in the production of works on reconstruction and repair of Sinopskaya embankment of the Neva river.

Keywords: mathematical modeling of transport of pollutants; shore protection works.

Brief information about the authors

Epifanov Andrey, Ph. D., associate Professor
Associate Professor of the Department of environmental protection and rational use of natural resources Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
Area of expertise: Normalization of load on water bodies, mathematical modeling of transport of pollutants in water bodies, geographic information systems
E-mail: epifandr@yandex.ru

Epifanova Marina, postgraduate
Area of expertise: modeling of pollutant transport processes in water bodies.
Email: epif.marina@gmail.com

Frolov Georgy, bachelor
Master of the Department of environmental protection and rational use of natural resources Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
Area of expertise: programming and mathematical modeling of pollutant transport in water bodies
Email: garry96.96@yandex.ru

УДК 502.37

А.С. Магеркина*, А.И. Вишнякова, Н.А. Жильникова

МИНИМИЗАЦИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДНО ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И СОХРАНЕНИЕ БИОРЕСУРСОВ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»
Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67
E-mail: nastya.magerkina@mail.ru

В работе предложены рекомендации по сокращению техногенной нагрузки на водоемы Санкт-Петербурга за счет совершенствования систем очистки сточных вод промышленных производств и внедрения современной системы мониторинга состояния дна и берегов водных объектов. Разработаны правила организации очистки дна городских рек и каналов. Комплекс-

ный подход к очистке водоемов позволит обеспечить устойчивость водных экосистем и будет способствовать развитию более благоприятной окружающей среды.

Ключевые слова: водный объект; биоресурсы; водная экосистема; водоток; донные отложения; дноочистка.

На территории Санкт-Петербурга расположено значительное количество обособленных водных объектов (прудов), играющие значимую как культурно-историческую, так и экологическую роль в жизни города. Пруды, являясь центральными элементами сохранившихся природных уголков, имеют важнейшее рекреационное значение для жителей Санкт-Петербурга.

Водоемам свойственно засоряться по множеству причин, хотя основных из них всего две - естественное загрязнение органикой, а также человеком (технический мусор и т.д.).

Особенно актуальным вопрос очистки водоемов становится весной и осенью. В первом случае таянье снега влечет за собой засорение вымытым грунтом и прочими отходами, которые успели накопиться за зиму в пласте снега [1]. Осенью аналогичная ситуация происходит из-за осыпания листьев, которые накапливаются, оседают на дно и начинают гнить, тем самым разрушая экосистему водных объектов.

Донные отложения водотоков характеризуются повышенной концентрацией загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами с городской территории. Обменные процессы между водной средой и загрязненными донными грунтами приводят к значительному ухудшению качества воды [2].

Целью данной научной работы является минимизация негативного воздействия на дно водных объектов и сохранение водных экосистем. Достижению цели способствует обязательная очистка сточных вод от близлежащих производств и соблюдение санитарных норм при очистке.

В рамках проведения научной работы были изучены современные методы очистки сточных вод на различных предприятиях и проведено сравнение процедуры извлечения донных отложений с помощью универсальной плавучей машины для очистки прудов и каналов с комбинированными методами очистки водоемов [3].

По результатам научных исследований предложены следующие рекомендации:

- обязательный контроль и нормативная очистка сточных вод всех промышленных производств, находящихся в непосредственной близости к водным объектам; ужесточение требований контроля качества сбрасываемых сточных вод;
- увеличение коэффициента платы за негативное воздействие на региональном уровне, при сбросе не только чрезвычайно опасных, но и умеренно-опасных веществ;
- разработка Региональной программы ведения мониторинга состояния дна и берегов водных объектов;
- использование комбинированных методов очистки дна водных объектов.

Правила организации очистки дна водных объектов:

1. Проведение ситуативного анализа каждого водного объекта.
2. Разработка индивидуальной технологии проведения очистительных работ.
3. Соблюдение норм и правил экологической безопасности.
4. Применение технологий для предотвращения загрязнения водоема в дальнейшем.

5. Создание систем контроля качества воды;

Соблюдение предложенных рекомендаций и правил позволит добиться более высоких показателей чистоты водоемов, что не только уменьшит риск сокращения биоресурсов в водных объектах, но и будет способствовать развитию более благоприятной среды для их обитания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экология очистки сточных вод физико-химическими методами / Серпокрылов Н.С., Гетманцев С.В., Вильсон Е.В. 2006, 264 с.
2. Официальный сайт ГУП «ЛЕНВОДХОЗ»: электронный путеводитель. URL: http://www.lenvodhoz.ru (дата обращения: 18.03.2019).
3. Официальные периодические издания: электронный путеводитель / Научно-популярная энциклопедия «Вода России». [СПб.], 200552007. URL: http://water-rf.ru (дата обращения 18.03.2019).

Краткая информация об авторах

Жильникова Наталья Александровна, к.т.н.
Доцент, директор научно-образовательного центра экологической и техносферной безопасности.
Специализация: инновационные технологии, экологический мониторинг и эколого-экономическая оценка природно-технических систем.

Магеркина Анастасия Сергеевна, студент 1 курса магистратуры СПбГУАП.
Специализация: инновационные технологии, экологический мониторинг и эколого-экономическая оценка природно-технических систем.
E-mail: nastya.magerkina@mail.ru

Вишнякова Анастасия Игоревна, студент 1 курса магистратуры СПбГУАП.
Специализация: инновационные технологии, экологический мониторинг и эколого-экономическая оценка природно-технических систем.

UDK 502.37

A.S. Magerkina*, A.I. Vishnyakova, N.A. Zhilnikova

MINIMIZATION OF NEGATIVE IMPACT ON THE BOTTOM OF WATER OBJECTS AND PRESERVATION OF BIORESOURCES

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education “Saint Petersburg State University of Airspace Instrumentation”
Russia,190000, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya street, 67
E-mail: nastya.magerkina@mail.ru

The paper offers recommendations for reducing the technogenic load on the water bodies of St. Petersburg due to the improvement of industrial wastewater treatment systems and the introduction of a modern system for monitoring the condition of the bottom and banks of water bodies. Developed rules for organizing the cleaning of the bottom of urban rivers and canals. An integrated approach to water treatment will ensure the sustainability of aquatic ecosystems and will contribute to the development of a more favorable environment.

Keywords: water body; bioresources; aquatic ecosystem; watercourse; bottom sediments; bottom cleaning.

On the territory of St. Petersburg there is a significant number of separate water bodies (ponds) that play a significant cultural, historical and environmental role in the life of the city. Ponds, being the central elements of the preserved natural places, are of the most important recreational importance for the residents of St. Petersburg.

Ponds tend to become clogged for a variety of reasons, although there are only two main ones - natural pollution by organic matter, as well as by man (technical garbage, etc.).

Particularly relevant issue of cleaning water becomes spring and autumn. In the first case, the melting of snow entails clogging up with washed soil and other wastes that have accumulated during the winter in a layer of snow [1]. In autumn, a similar situation occurs due to the shedding of leaves, which accumulate, settle to the bottom and begin to rot, thereby destroying the ecosystem of water bodies.

Bottom sediments of watercourses are characterized by a high concentration of pollutants entering with urban sewage. Exchange processes between the aquatic environment and polluted bottom soils lead to a significant deterioration of water quality [2].

The purpose of this scientific work is to minimize the negative impact on the bottom of water bodies and the preservation of aquatic ecosystems. Achieving the goal is promoted by obligatory treatment of wastewater from nearby industries and compliance with sanitary standards during treatment.

As part of the research, modern methods of wastewater treatment at various enterprises were studied and the procedure for extracting bottom sediments was compared using a universal floating pond cleaning machine and canals with combined methods for cleaning ponds [3].

According to the results of scientific research the following recommendations were made:

- mandatory control and regulatory wastewater treatment of all industrial plants located in close proximity to water bodies; toughening the quality control requirements for discharged wastewater;
- an increase in the coefficient of payment for negative impact at the regional level, with the discharge of not only extremely dangerous, but also moderately hazardous substances;
- development of a Regional program for monitoring the condition of the seabed and banks of water bodies;
- use of combined methods for cleaning the bottom of water bodies.

Rules for organizing the cleaning of the bottom of water bodies:

1. Conduct a situational analysis of each water body.

2. Development of individual cleaning technology.
3. Compliance with the norms and rules of environmental safety.
4. The use of technology to prevent pollution of the reservoir in the future.
5. Creation of water quality control systems;

Compliance with the proposed recommendations and rules will allow to achieve higher levels of cleanliness of water bodies, which will not only reduce the risk of reducing biological resources in water bodies, but also contribute to the development of a more favorable environment for their habitat.

REFERENCES

1. *Serpokrylov N.S., Getmantsev S.V., Wilson E.V., Serpokrylov N.S., Getmantsev S.V., Wilson E.V.*, Ecology of wastewater treatment by physico-chemical methods - 2006. - 264 s.
2. The official site of the State Unitary Enterprise "Lenvodkhoz": an electronic guide. URL: http://www.lenvodhoz.ru (appeal date: 03/18/2019).
3. Official periodicals: electronic guidebook / The popular science encyclopedia "Water of Russia". [SPb.], 200552007. URL: http://water-rf.ru (appeal date 03/18/2019).

Brief information about the authors

Zhilnikova N. A. PhD (Tech.)
Associate professor, director of Scientific-Educational Centre on Environmental and Technosphere Safety
Area of expertise: innovative technologies, environmental monitoring and ecological-economical assessment of natural-technical systems.

Magerkina Anastasia Sergeevna, a student of the 1st year of the master's program at St. Petersburg State University of Civil Aviation
Area of expertise: innovative technologies, environmental monitoring and ecological-economical assessment of natural-technical systems.
E-mail: nastya.magerkina@mail.ru

Vishnyakova Anastasia Igorevna, 1st year graduate student at St. Petersburg State University of Civil Aviation
Area of expertise: innovative technologies, environmental monitoring and ecological-economical assessment of natural-technical systems.

УДК 551.46

В.В. Горбацкий, Д.И. Дудко, Н.Н. Шпилёв

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕЧЕНИЙ И ВОЛН В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Федеральное государственное унитарное предприятие «Крыловский государственный научный центр»,
196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44
E-mail: 7_otd@ksrc.ru

В работе рассмотрен метод радиолокационного мониторинга параметров ветровых волн и течений в прибрежной морской акватории, применительно к задачам создания берегозащитных сооружений.

Ключевые слова: доплеровский коротковолновый радиолокатор, ветровые волны, морские течения, берегозащита.

Воздействие ветровых волн и течений является основным источником размыва береговой зоны и разрушения береговой инфраструктуры. В соответствии с существующим регламентом проведения проектных и строительных работ по созданию берегозащитных сооружений, описанным, например, в [1], требуется проводить расчёты параметров воздействия на береговую зону волнами с заданными модельными характеристиками, которые должны быть верифицированы в ходе измерений в рассматриваемом районе строительства.

В настоящее время в зарубежной практике измерений параметров ветровых волн и течений в прибрежных морских акваториях широко используются методы радиолокационного зондирования морской поверхности. В РФ такая методика не применяется в прикладных задачах гидротехнического строительства, в том числе при создании берегозащитных сооружений.

Рисунок 1. Измерительный модуль Sea Sonde

Рисунок 2. Комбинированная антенна

В настоящей работе на примере измерений в Чёрном море имеющимся в Крыловском научном центре доплеровским коротковолновым радиолокатора Sea Sonde демонстрируется эффективность такого метода определения пространственно - временной изменчивости величины значимой высоты волн, периода волн, направления их распространения на расстоянии от берега до 30 км - 40 км. Одновременно с определением характеристик волн выполняется измерение характеристик поля течений в прибрежной акватории.

На рисунках 1 и 2 показана измерительная система радиолокатора Sea Sonde, размещённая в приборном модуле, установленном на пирсе в Голубой бухте, г. Геленджик и комбинированная приемо-передающая антенна.

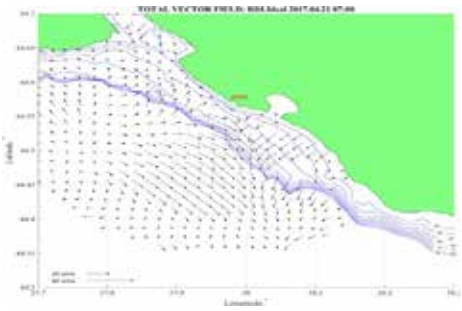


Рисунок 3. Поле скоростей течений

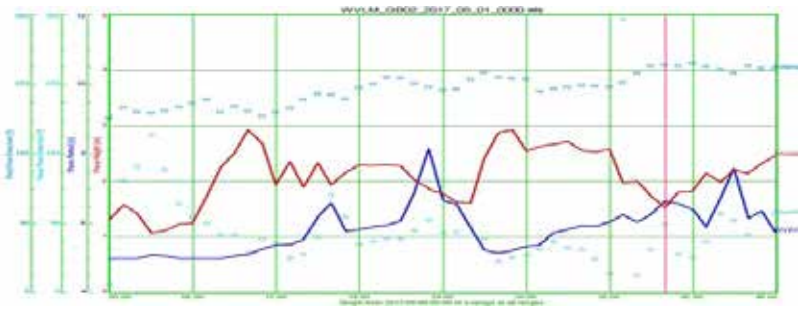


Рисунок 4. Параметры ветровых волн

Рисунок 5. Вид ветровых волн

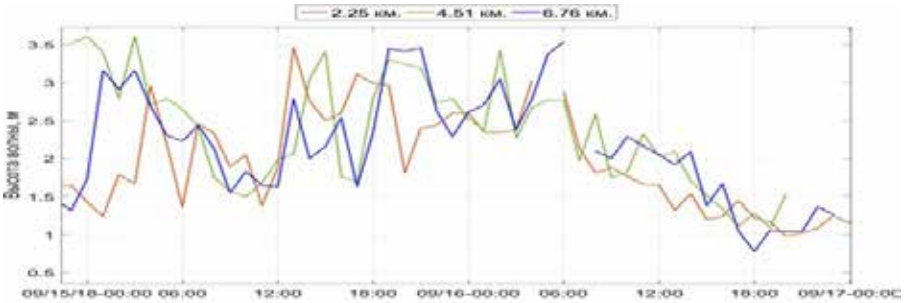


Рисунок 6. Изменчивость высоты волн

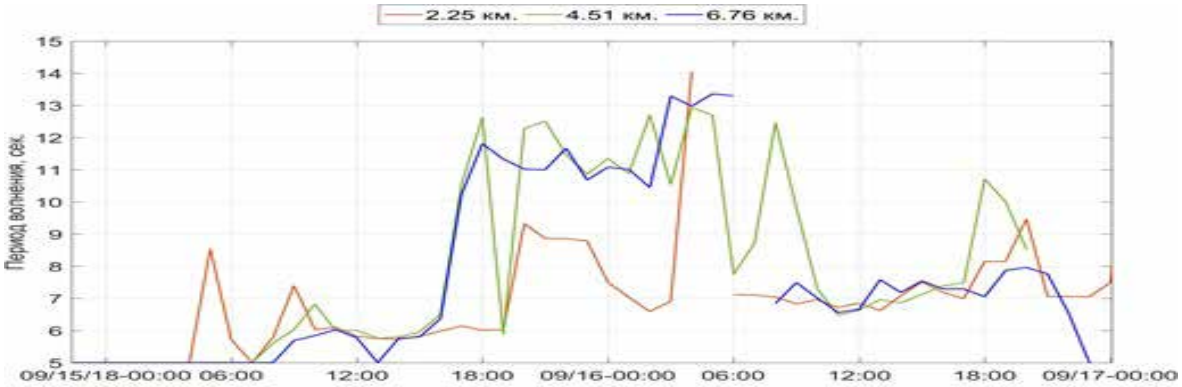


Рисунок 7. Изменчивость периода волн

Измерения параметров волн и течений на морской поверхности выполняются с интервалом 1 час и могут быть представлены в виде картины векторов скоростей течений в иссле-

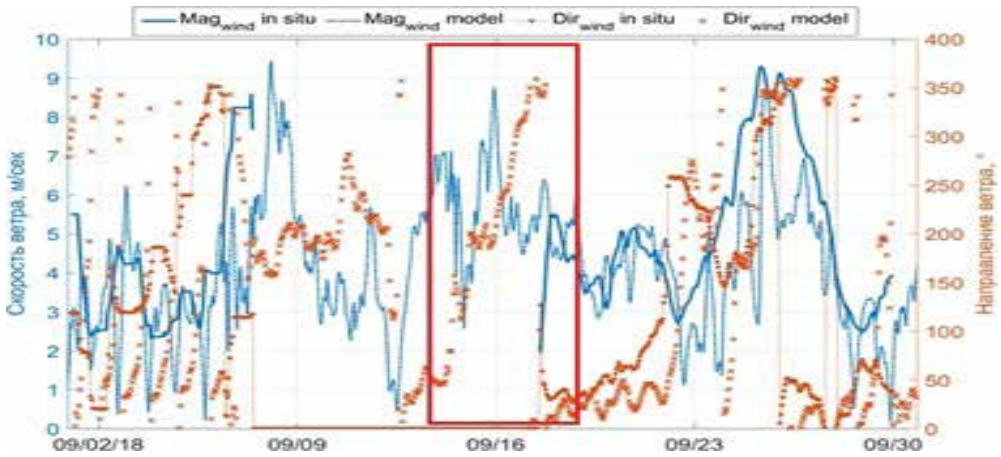


Рисунок 8. Параметры ветра

дуемой акватории (рисунок 3) и в виде рядов параметров волн: высоты, периода и направления распространения волн (рисунок 4).

Радиолокационные измерения волн и течений позволяют наблюдать пространственно-временную изменчивость измеряемых параметров непрерывно круглогодично при погодных условиях в автоматическом режиме.

На рисунках 5-8 показан пример измерений радиолокатором Sea Sonde параметров поля ветровых волн в условиях развития шторма. Показана изменчивость высоты и периода волн на различных удалениях от берега совместно с измерениями параметров ветра.

В настоящее время Крыловским научным центром накоплен многолетний опыт измерений волн и течений на морской поверхности с помощью доплеровского коротковолнового радиолокатора в акваториях Чёрного и Балтийского морей, демонстрирующих эффективность такого метода исследований ветровых волн в морских акваториях. В отечественной практике морских измерений такой метод до сих пор не получил распространения. Представленные в настоящей работе примеры измерений волн и течений доплеровским коротковолновым радаром показывают целесообразность применения метода получения данных радиолокационным зондированием морской поверхности в интересах решения вопросов проектирования и строительства берегозащитных сооружений, в частности, для верификации данных численного моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование морских берегозащитных сооружений СП 32-103-97, свод правил, корпорация Трансстрой, Москва 1998 г.

Краткая информация об авторах

Владимир Витальевич Горбацкий, к.т.н.
Ведущий научный сотрудник, отделение физических полей.
Специализация: океанографические исследования и гидрофизические измерения характеристик течений, ветровых и внутренних волн в морских акваториях
E-mail: v.gorbatskiy@gmail.com

Даниил Игоревич Дудко
Инженер 2 категории, отделение физических полей.
Специализация: океанографические исследования и гидрофизические измерения, разработка исследовательского оборудования
E-mail: email.dudko@gmail.com

Николай Николаевич Шпилёв
Инженер 2 категории, отделение физических полей.
Специализация: океанографические исследования и гидрофизические измерения, разработка исследовательского оборудования
E-mail: nn.shpilev@gmail.com

V.V. Gorbatskiy, D.I. Dudko, N.N. Shpilev

HF RADAR MONITORING OF SEA CURRENTS AND WAVES IN THE COAST PROTECTION CONSTRUCTION AREAS

Krylov State scientific research centre (KSRC), Moskovskoe shosse, 44, St. Petersburg, 196158, Russia

This article presents some results of the HF Doppler radar wind waves and currents monitoring in the coastal sea areas as efficient method of the oceanographic data sampling for the sea coast protection projects and construction.

***Keywords**:* HF Doppler radar; wind waves; sea currents; sea coast protection construction.

Wind waves and sea currents have a main impact at the sea coast and destroy coastal zone and coastal and infrastructure. The design and construction of the coastal zone protection systems must be proceed at the accordance with special rules and recommendations, as it presents in the official document [1]. This document includes the detail proceeding of the wave impact estimation at the coastal zone using the wave parameters modeling and the verification measurements. The impact estimation could be very complex in the special bathymetry features in the area.

HF Doppler radar measurements of the wind waves and sea currents are applying widely in many countries. At the moment there is no practice of such method application in RF oceanographic researches.

The article presents the sample of the HF Doppler radar wind waves and sea currents monitoring carried out by KSRC using Sea Sonde radar (produced by company CODAR) in the Black Sea area. The general view of the radar systems and sampling data presentations are shown at the figures 1-4. The system was installed at the edge of peer in Gelendzik area in east part of the Black Sea.

The remote waves and sea currents data sampling by HF radar systems have the obvious преимущества in compare the buoys and another point measurements devices: space-time variability

Fig. 1. Sea Sonde electronic unit

Fig. 2. Combined Sea Sonde antenna

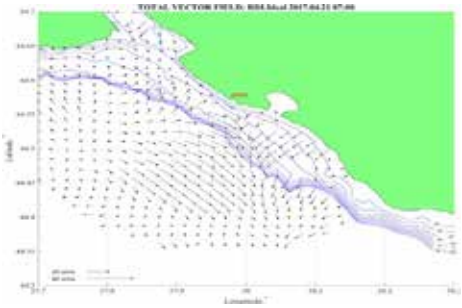


Fig. 3. Current velocities by Sea Sonde

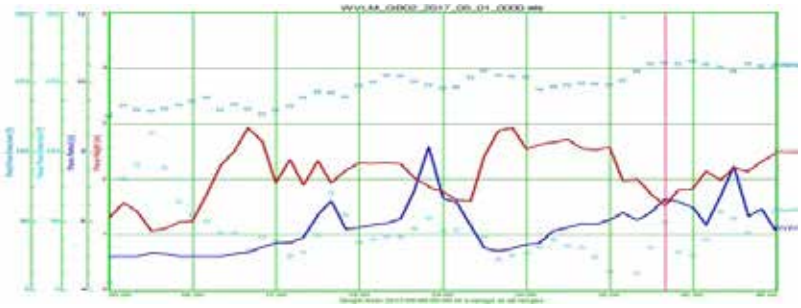


Fig. 4. Wind waves features by Sea Sonde

Fig. 5. Storm view

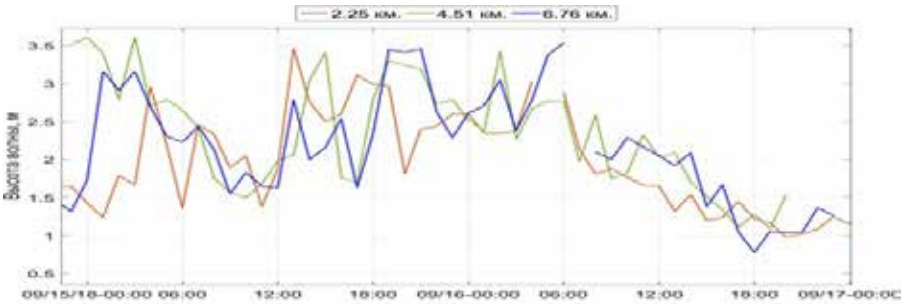


Fig. 6. Waves height time –distance variability

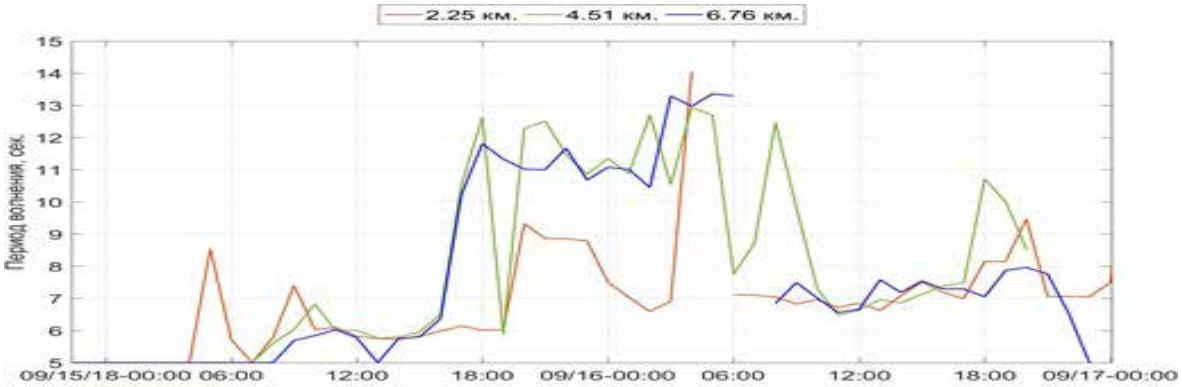


Fig. 7. Waves period time –distance variability

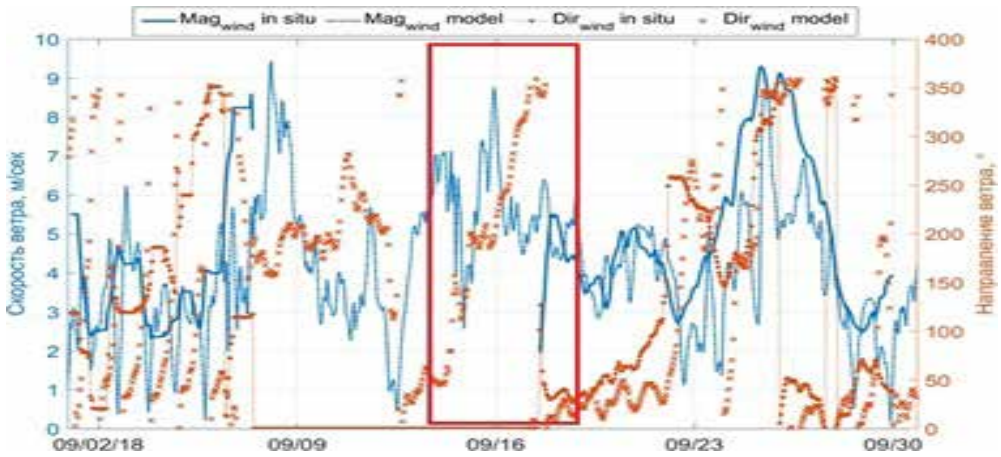


Fig. 8. Wind parameters (red squre)

of the measuring parameters and the continues round the year automatic measurements in any environment conditions.

The figures 5-8 present the samples of the data obtained in storm conditions. The time variability of waves parameters at the different distance is shown.

At the moment KSRC obtained considerable experience of the HF radar Sea Sonde applications in Baltic Sea and in Black Sea areas that confirmы the efficiency of such remount observation of Sea wave and currents.

Such method could be applied for the coast protection design and constructions, including the numerical modeling verification.

REFERENCES

1. Sea coast protection design rules and proceeding catalog (RC) 32-103-97, rules and proceeding catalog, Transstroiy corporation. Moscow, 1998

Brief information about the authors

V.V. Gorbatskiy, senior research scientist, PHD (Tech.-Scin.),
oceanographic researches, currents and waves measurements

D.I. Dudko, engineer
oceanographic researches, scientific equipment design

N.N. Shpilev, engineer,
oceanographic researches, scientific equipment design

УДК 504.054

Н. А. Жильникова

ОЦЕНКА КУМУЛЯТИВНЫХ И ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, дом 67
E-mail: nataliazhilnikova@gmail.com

В работе рассмотрена методология оценки трансграничного воздействия на водную морскую среду с учетом кумулятивных эффектов. Предложенный комплексный подход позволяет спрогнозировать возможные изменения состояния окружающей среды при осуществлении деятельности на морских акваториях, разработать мероприятия по сокращению и предотвращению негативных воздействий, определить компенсационные затраты по возмещению ущерба водным биологическим ресурсам.

Ключевые слова: трансграничные воздействия; кумулятивные эффекты; комплексный подход; оценка воздействия на окружающую среду; комплексное воздействие; интегральная оценка.

Кумулятивным воздействием называется совокупность воздействий от различных видов хозяйственной деятельности на данной территории, которые в сочетании могут привести к значимым воздействиям на окружающую среду и которые не проявились бы в случае отсутствия других видов деятельности, кроме планируемой. Кумулятивные эффекты могут возникать также в результате постепенного накопления действия различных факторов в одном районе, особенно в случае непринятия каких-либо мер по смягчению воздействия и компенсации его последствий [1, 2].

Трансграничные воздействия на окружающую среду, можно оценить в масштабах пространства и времени с учетом их интенсивности, используя предварительно заданные шкалы качественных и количественных оценок: пространственных масштабов; временных характеристик; интенсивности воздействия.

Для каждого из компонентов природной среды характерны воздействия как площадного, так и линейного характера. Масштаб воздействий в пространстве, как для линейного, так

и для площадного воздействия, может быть точечным, локальным, ограниченным, региональным, глобальным.

Временной масштаб воздействия может быть кратковременным, средней продолжительности и продолжительным, а также постоянным.

Кратковременное воздействие (краткосрочное) – наблюдаемое ограниченный период времени, обычно прекращающееся после завершения работ, его продолжительность не превышает один сезон.

Воздействие средней продолжительности (среднесрочное) - проявляющееся на протяжении от одного сезона до 1 года, либо в течение нескольких сезонов подряд. Такая продолжительность воздействия характерна, например, для проектов морского разведочного или эксплуатационного бурения.

Продолжительное воздействие (долгосрочное) - воздействие, наблюдаемое продолжительный период времени (более 1 года, но менее 3 лет). Обычно такое воздействие охватывает период строительства капитального объекта на шельфе, например, морской платформы или подводного трубопровода.

Постоянное воздействие характерно для этапов эксплуатации морских объектов капитального строительства (платформ, устьевых комплексов, трубопроводов, причалов и др).

Интенсивность воздействия определяет степень изменения текущего состояния/характеристик объекта, может быть незначительной, слабой, умеренной, сильной. При этом шкала интенсивности выбирается характерной для конкретного вида деятельности.

Комплексное воздействие с учетом всех вышеперечисленных факторов определяется по формуле:

$Q_{int} = Q_s \cdot Q_t \cdot Q_e$,

где Q_t - балл временного воздействия на компонент природной среды;

Q_s - балл пространственного воздействия на компонент природной среды;

Q_e - балл интенсивности воздействия на компонент природной среды.

В таблице приведены итоговые критерии значимости воздействия на отдельные компоненты окружающей среды.

Таблица. Интегральная оценка значимости воздействия

Итоговый балл	**Значимость итогового воздействия**	**Итоговое воздействие**
менее 3	Воздействие отсутствует или крайне низкой значимости	Отсутствует или крайне незначительное
4 - 8	Воздействие низкой значимости	Незначительное
9 - 27	Воздействие средней значимости	Умеренное
28 - 64	Воздействие высокой значимости	Значительное

Воздействие отсутствует или крайне незначительное имеет место, когда рецепторы не подвергаются воздействию, либо его уровень не требует разработки дополнительных мер по снижению или смягчению.

Воздействие низкой значимости (незначительное) имеет место, когда последствия испытываются, но величина воздействия достаточно низка (при смягчении или без смягчения), а также находится в пределах допустимых стандартов или рецепторы имеют низкую чувствительность/ценность.

Воздействие средней значимости (умеренное) может иметь широкий диапазон, начиная от порогового значения, ниже которого воздействие является низким, до уровня, почти нарушающего узаконенный предел. По мере возможности необходимо показывать факт снижения воздействия средней значимости.

Воздействие высокой значимости (значительное) имеет место, когда превышены допустимые пределы или, когда отмечаются воздействия большого масштаба, особенно в отношении ценных/чувствительных ресурсов.

При анализе воздействий на окружающую среду одной из основных целей является разработка мер по их уменьшению и предотвращению. Предложенная методология оценки трансграничного воздействия с использованием комплексного подхода позволяет сделать заключение о приемлемости прогнозируемых изменений состояния окружающей среды при реализации намечаемой деятельности на морских акваториях. Исходя из этого, разрабатываются меры по уменьшению и предотвращению воздействий, а также возмещению ущерба и формированию компенсационных мероприятий. Прогнозируемое остаточное воздействие на окружающую среду считается неизбежным при реализации планируемой хозяйственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Stephen Tromans, Karl Fuller*. Environmental Impact Assessment - Law and Practice. London, 2003. 158 p.
2. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions. NE80328/D1/3 May 1999. URL: http://ec.europa.eu/environment/archives/eia/eia-studies-and-reports/pdf/guidel.pdf (дата обращения 12.03.2019).

Краткая информация об авторах

Жильникова Наталья Александровна, к.т.н.
Доцент, директор научно-образовательного центра экологической и техносферной безопасности.
Специализация: инновационные технологии, экологический мониторинг и эколого-экономическая оценка природно-технических систем.
E-mail: nataliazhilnikova@gmail.com

N.A. Zhilnikova

ASSESSMENT OF CUMULATIVE AND TRANSBOUNDARY IMPACTS ON WATER RESOURCES

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint Petersburg, 190000, RUSSIA
E-mail: nataliazhilnikova@gmail.com

This paper considers the methodology for assessment of transboundary impact to aquatic marine environment, taking into account the cumulative effects. The proposed integrated approach allows to predict possible changes of environment status during implementation of activities in marine areas, to develop measures for reducing and prevention of negative impacts, to determine costs for compensation of damage to aquatic biological resources.

Keywords: transboundary impacts; cumulative effects; complex approach; environmental impact assessment; complex effects; integral estimate.

A cumulative impact is a set of impacts from various types of economic activity in a given territory, which in combination can lead to significant environmental impacts and which would not manifest themselves if there are no other types of activity than the planned one. Cumulative effects can also occur as a result of gradual accumulation of various factors in one area, especially if no measures are taken to mitigate the impact and compensate for its consequences [1, 2].

Transboundary effects to environment can be assessed on a scale of space and time, taking into account their intensity, using predefined scales of qualitative and quantitative assessments of: spatial scales; temporal characteristics; intensity of exposure.

Each of environment components is characterized by effects of both areal and linear nature. The scale of impacts in space, for both linear and areal impacts, can be point, local, limited, regional, global.

The time scale of impact can be short-term, medium-duration and long-term, as well as constant.

Short-term impact - the observed limited period of time, usually ending after the completion of work, its duration does not exceed one season.

The impact of medium duration (medium term) - manifested over a period from one season to 1 year, or for several seasons in a row. Such a duration of exposure is typical, for example, for offshore exploration or production drilling projects.

Prolonged Impact (long-term) - impact observed over a long period of time (more than 1 year, but less than 3 years). Usually such an impact covers the period of capital object construction on the shelf, for example, an offshore platform or underwater pipeline.

Constant impact is characteristic for operation stages of offshore capital construction projects (platforms, estuarine complexes, pipelines, berths, etc.).

The intensity of impact determines the degree of change in current state / object characteristics, and may be insignificant, weak, temperate, strong. In this case, the intensity scale is chosen characteristic for a particular type of activity.

The complex impact, taking into account all mentioned above factors, is determined by the formula:

$Q_{int} = Q_s \cdot Q_t \cdot Q_e$,

when Q_t – score of temporary impact to environment component;

Q_s – score of spatial impact to environment component;

Q_e – score of intensity to environment impact.

Final criteria for significance of exposure to individual environment components are presented in the table below.

Table. Integral assessment of impact significance

Final Score	Significance of Final Impact	Final Impact
less than 3	Impact absent or extremely low significance	Absent or extremely insignificant
4 - 8	Low impact	Minor
9 - 27	Medium impact	Temperate
28 - 64	High impact	Significant

The impact is absent or extremely insignificant when the receptors are not exposed to exposure, or its level does not require the development of additional measures to reduce or mitigate.

The impact of low significance (minor) occurs when the effects are tested, but the magnitude of impact is low enough (with or without mitigation), and also within acceptable standards or receptors have low sensitivity/value.

The impact of medium significance (temperate) can have a wide range, starting from a threshold value, below which the impact is low, to a level that almost violates the legal limit. As far as possible, it is necessary to show the fact of reducing the impact of average significance.

High significance (significant) impacts occur when permissible limits are exceeded or when large scale impacts are noted, especially with respect to valuable/sensitive resources.

One of main goals during environment impact assessment is development measures to reduce and prevent effects. The proposed methodology for estimation of transboundary impact using integrated approach allows to conclude that the expected changes of environment status are acceptable during implementing the planned activities in marine areas. Consequently, measures are being developed to reduce and prevent impacts, as well as compensation for damage and formation of compensatory measures. The predicted residual impact to environment is considered inevitable during the implementation of proposed economic activity.

REFERENCES

1. *Stephen Tromans, Karl Fuller*. Environmental Impact Assessment - Law and Practice. London, 2003, 158 p.
2. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions. NE80328/D1/3 May 1999. URL: http://ec.europa.eu/environment/archives/eia/eia-studies-and-reports/pdf/guidel.pdf (accessed 12/03/2019).

Brief information about the author

Zhilnikova N. A. PhD (Tech.)
Associate professor, director of Scientific-Educational Centre on Environmental and Technosphere Safety.
Area of expertise: innovative technologies, environmental monitoring and ecological-economical assessment of natural-technical systems.
E-mail: nataliazhilnikova@gmail.com

УДК: 639.2/.3: 061.6: 574.3(261.24)

А.П. Педченко

О СОХРАНЕНИИ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), 107140, г. Москва, Верхняя Красносельская д. 17
E-mail: app3960@yandex.ru

Балтийское море по-прежнему остается крайне уязвимой экосистемой. Этим обусловлена приоритетная задача Форума - организация слаженной работы стран Балтийского региона по защите экосистемы Балтики и ее заливов. В статье приводится обзор деятельности научных учреждений Федерального Агентства по рыболовству (Росрыболовства) с начала 2000-х годов по сохранению запасов рыб и среды их обитания в Балтийском море и его заливах.

Ключевые слова: международное сотрудничество; водные биологические ресурсы; запасы промысловых рыб; экосистема; Балтийское море.

Ресурсные и морские экспедиционные исследования прибрежных государств в Балтийском море по скоординированным программам ИКЕС обеспечивают получение биологических и океанологических данных, характеризующих состояние запасов основных видов промысловых рыб и среды их обитания.

Данные ежегодных съемок запасов и мониторинга водных биологических ресурсов в российской части Балтийского моря и его заливах используются для оценки динамики запасов основных промысловых видов рыб и среды их обитания, для разработки прогнозов общих допустимых уловов и представления материалов в ИКЕС для подготовки совместных рекомендаций по управлению ими.

Более 20 лет АтлантНИРО и ГосНИОРХ участвуют в работе Рабочих групп ИКЕС, таких как WGBFAS, WGBIFS, WGBAST, WGIAB, WGSAM, WKBEMIA. Они проводили совмест-

ные комплексные научно-исследовательские работы, выполняли экологические исследования, акустические и донные съемки рыб в Балтийском море и его заливах. В ходе многолетних исследований собран обширный материал по распределению и биологии рыб, сформированы информационные базы данных по донному и пелагическому промыслу, кормовой базе рыб и условиям среды их обитания.

Важно отметить, что многолетнее международное сотрудничество со странами ЕС в области рыболовства и выработка согласованной позиции по регулированию и контролю промысла обеспечило сохранение и рациональное использование живых морских ресурсов Балтийского моря. Опыт взаимодействия Международной комиссии по рыболовству в Балтийском море (International Baltic Sea Fishery Commission – IBSFC), действовавшей в период 1974-2007 гг., успешно развивается в рамках двухстороннего Соглашения между Европейским Сообществом и Правительством Российской Федерации, подписанным в 2009 г. Важно отметить, что еще две двухсторонние международные комиссии: Российско-Литовская смешанная комиссия по рыбному хозяйству действующая в рамках соглашения от 29 июня 1999 г. и Российско-Польская смешанная комиссия по рыбному хозяйству (Соглашение от 5 июля 1995 г.), успешно координируют промысловую деятельность в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря. Вопросы представляющие взаимный интерес призвана решать Российско-Финляндская рабочая группа по рыбному хозяйству на пограничных водоемах, вновь созданная в апреле 2018 г.

Благодаря международному регулированию в настоящее время запасы основных объектов промысла в Балтийском море находятся в состоянии, позволяющем вести стабильный промысел. Общий объем вылова водных биологических ресурсов в Балтийском море с 2011 г. стабилизировался на уровне около 600 тыс. т, при этом доля российского вылова ежегодно увеличивалась от 33 до 72 тыс. т. Основными видами промысла являются треска, сельдь и килька, которые в совокупности составляют около 95% от общего улова. Наиболее значимые показатели вылова рыбы в Балтийском море показывают 9 стран: Финляндия, Швеция, Польша, Латвия, Эстония, Россия, Германия, Дания и Литва [1].

Результаты российских ресурсных исследований в Балтийском море на протяжении многих лет представляются на Рабочих группах ИКЕС и международных совещаниях для разработки:

- прогнозов величины запаса, определения ОДУ и возможного вылова водных биологических ресурсов в зоне ответственности РФ Балтийского моря;
- рекомендаций по оптимальному использованию рыбных ресурсов;
- научных обоснований и предложений к российской позиции по управлению запасами рыб и регулированию рыболовства в Балтийском море и Финском заливе на межправительственных переговорах со странами Балтийского региона.

С 2002 г. РФ осуществляет координацию проведения экологических исследований с ХЕЛКОМ по вопросам охраны окружающей среды и природопользования. Важно отметить большой вклад научных организаций Росрыболовства в эту работу, результаты исследований которых представлялись и включались в материалы исследований по программам Международной комиссии по охране окружающей среды в Балтийском море (ХЕЛКОМ).

Участие специалистов АтлантНИРО и ГосНИОРХ в масштабных научно-исследовательских проектах по Балтийскому морю имело важное значение для получения полного представления о состоянии экосистемы моря и его заливов. Особо следует подчеркнуть значимость российских рыбохозяйственных исследований в проектах: IBSSP II, BALDAT, ISDBITS,

CORE, STORE, UNCOVER, BONUS-BEAST, Год Финского залива (GOF2014), Российско-финский проект «Реки и рыбные запасы - наши общие интересы» (RIFCI), Nord Stream 1 и других.

В настоящее время специалисты научных институтов Росрыболовства принимают активное участие в таких проектах как Общебалтийская оценка прибрежных рыбных сообществ в поддержку экосистемного управления (FISH-PRO III), Nord Stream 2, Морское пространственное планирование. Ведутся переговоры по формированию новых научных проектов в рамках Программы трансграничного сотрудничества на период 2014 – 2020 гг., Трансграничного морского пространственного планирования и других.

Важно отметить, что объединение усилий прибрежных стран позволяет формулировать амбициозные проекты. Одним из показательных и успешных научных проектов последнего десятилетия стал Международный проект «Год Финского залива 2014», который объединил научный потенциал Финляндии России и Эстонии в достижении важных экологических задач. По результатам совместных исследований на акватории Финского залива был подготовлен научный отчет, в котором были опубликованы обзоры рыбному хозяйству и рыболовству, подготовленные по материалам исследований ГосНИОРХа, Института природных ресурсов Финляндии и Института морских исследований Эстонии [2].

Мы готовы к реализации аналогичных проектов и имеем свои предложения по наиболее значимым направлениям научных исследований в области рыболовства и воспроизводства водных биологических ресурсов региона.

Приоритетными задачами ближайшего десятилетия при этом являются:

- мониторинг запасов рыб морского и пресноводного комплекса Балтийского моря и его заливов;
- изучение влияния климата и антропогенного воздействия на состояние и промысел рыбных запасов, а также среду их обитания;
- экологический мониторинг вод Балтийского моря и его заливов;
- развитие аквакультуры.

Российская Федерация подключилась к реализации директивы ЕС по угрю в целях воспроизводства исчезающих видов рыб в водах Балтийского региона. С этой целью разработан Российско-Польский план по управлению запасами угря в бассейне реки Преголи, однако реализация его пока невозможна ввиду запрета СИТЕС на экспорт стекловидной личинки угря за пределы ЕС для целей восстановления запасов. Переговоры по данному направлению между представителями ЕС и РФ продолжаются около 10 лет.

Росрыболовство поддерживает научные проекты, направленные на сохранение и восстановление экосистемы Балтики и ее заливов. В этой связи вызывает особое опасение решение Республики Польша о строительстве нового канала в Вислинской лагуне. После строительства канала, в результате увеличения солености пресноводная часть экосистемы с большой долей вероятности погибнет, и произойдет совершенно колоссальная перестройка всей экосистемы водоема. Эти действия, по мнению экспертов, могут привести к экологической катастрофе, снижению количества видов рыб и их численности в Вислинской лагуне, поскольку большая часть ее акватории является местами нереста промысловых рыб. По этой причине Росрыболовство призывает страны Балтийского региона высказаться против строительства канала и поддержать требования экологических организаций по сохранению этого уникального уголка природы, а также рыбно-хозяйственного объекта как для Российской Федерации, так и для Польши.

На протяжении 20 лет Международный форум «День Балтийского моря» обеспечивает возможность ежегодного многостороннего обсуждения вопросов экологии Балтийского региона и поиска новых путей взаимодействия между представителями науки, бизнеса, политики и общественности прибрежных государств. В этой связи, мы подчеркиваем важность сохранения промысла водных биологических ресурсов в Балтийском море и его заливах, как социально значимого вида деятельности населения Балтийского региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. ICES Fisheries Over views. Baltic Sea Ecoregion. ICES Advice 2018.
2. The Gulf of Finland assessment. 2016. // Editors: Mika Raateoja and Outi Setala. Finnish Environment Institute (SYKE), 2 /27 – 368 p.

Краткая информация об авторе

Педченко Андрей Петрович, к.г.н., доцент
Ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО»
Специализация: Геоэкология, океанология, исследование влияния природных и антропогенных факторов на водные биоресурсы морей Мирового океана и пресноводных водоемов. Анализ динамики запасов рыб. Поиск закономерностей и степени влияния факторов среды на динамику запасов и промысел рыб.
E-mail: app3960@yandex.ru

UDK: 639.2/.3: 061.6: 574.3(261.24)

A.P. Pedchenko

ON THE CONSERVATION OF BIOLOGICAL RESOURCES AND THE PROTECTION OF THE BALTIC SEA ENVIRONMENT

Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), 17 V. Krasnoselskaya, Moscow, 107140, Russia,
E-mail: app3960@yandex.ru

The Baltic Sea remains a highly vulnerable ecosystem. This explains the priority task of the Forum is the organization of coordinated work of the Baltic region to protect the ecosystem of the Baltic Sea and its Gulfs. The article provides an overview of the activities of scientific institutions of Russian Fisheries Agency (Rosrybolovstvo) since the early 2000s for the conservation of fish stocks and their habitat in the Baltic Sea and its gulfs.

Keywords: International cooperation; biological resources; commercial catch of fish; ecosystem; Baltic Sea.

The resource studies and marine expeditions of coastal countries under the ICES programs provide biological and oceanological data that characterize the state of stocks of the main species of commercial fish and the conditions of their habitat in the Baltic Sea.

Data from annual surveys of stocks and monitoring of biological resources in the Russian part of the Baltic Sea and its gulfs are used to assess the dynamics of stocks of major commercial fish species and their habitats, to develop forecasts of total allowable catches and to submit materials to ICES for the preparation of joint recommendations for their management.

More than 20 years the AtlantNIRO and GosNIORH have been involved in the work of ICES Working groups, such as WGBFAS, WGBIFS, WGBAST, WGIAB, WGSAM, WKBEMIA, They carried out joint comprehensive research, environmental studies, acoustic and bottom surveys of fish in the Baltic Sea and its gulfs. Extensive material on the distribution and biology of fish has been collected, information databases on this and pelagic fisheries, fish forage base and habitat have been formed.

It is important to note that the long-term international cooperation Russian Federation with the EU countries in the field of fisheries and the development of an agreed position on the regulation and control of fisheries has ensured the preservation and rational use of the living marine resources of the Baltic Sea. Experience of interaction of the International Commission for fisheries in the Baltic Sea (International Baltic Sea Fishery Commission – IBSFC), which operated in the period 1974-2007., successfully developed in the framework of bilateral Agreement between the European Community and the government of the Russian Federation signed in 2009. It is noteworthy that two more bilateral international commissions: the Russian-Lithuanian mixed fisheries Commission, operating under the agreement of June 29, 1999, and the Russian-Polish mixed fisheries Commission (Agreement of July 5, 1995), successfully coordinate fishing activities in the Curonian and Vistula lagoons of the Baltic Sea, respectively. The Russian-Finnish working group on fisheries in border waters, which was re-established in April 2018, is designed to address issues of mutual interest.

Thanks to international regulation, the stocks of the main fisheries in the Baltic Sea are now in a state of sustainable fishing. Since 2011 the total catch of the biological resources in the Baltic Sea has stabilized at about 600 thousand tons, the share of the Russian catches increased annually from 33 to 72 thousand tons. The main species of commercial fishing are cod, herring and sprat, which together make up about 95% of the total catch. The largest volumes of fish caught in the Baltic Sea show 9 countries: Finland, Sweden, Poland, Latvia, Estonia, Russia, Germany, Denmark and Lithuania [1].

The results of Russian resource studies in the Baltic Sea have been presented for many years at ICES Working groups and international meetings for the development of:

- forecasts of the size of fish stocks, the definition of the total allowable catch of fish and possible catch of biological resources in the area of Russian Federation responsibility;
- recommendations on the optimal use of fish resources;
- scientific substantiations and proposals to the Russian position on the management of fish stocks and regulation of fisheries in the Baltic Sea and the Gulf of Finland at intergovernmental negotiations with the countries of the Baltic region.

Since 2002, the Russian Federation carries out coordination of environmental studies with HELCOM on issues of environmental protection and natural resource management. It is important to note the great contribution of scientific organizations of Rosrybolovstvo to this work, the results of which were presented and included in the research materials on the programs of the International Commission for environmental protection in the Baltic Sea (HELCOM).

The participation of specialists from AtlantNIRO and GosNIORH in research projects on the Baltic Sea was important for obtaining a complete picture of the state of the marine ecosystem and its gulfs. It should be emphasized the importance of Russian fishery researches in the following projects: IBSSP II, BALDAT, ISDBITS, CORE, STORE, UNCOVER, BONUS BEAST, the Year of the Gulf of Finland (GOF2014), the Russian-Finnish project "Rivers and fish stocks - our common interest" (RIFCI), Nord Stream 1 and others.

Currently, specialists of scientific institutes of Russian Fisheries Agency are actively involved in such projects as the all-Baltic assessment of coastal fish communities in support of ecosystem management (FISH-PRO III), Nord Stream 2, Marine spatial planning. Negotiations on the formation of new scientific projects are conducted within the framework of the Program of transboundary cooperation for the period 2014 – 2020, Transboundary marine spatial planning, etc.

It is important to note that the joint efforts of the costal countries make it possible to formulate ambitious projects. One of the most significant and successful scientific projects of the last decade was the international project "Year of the Gulf of Finland 2014", which combined the scientific potential of Finland, Russia and Estonia in achieving important environmental objectives. According to the results of joint research in the waters of the Gulf of Finland, a scientific report was prepared, which published reviews of fisheries and fisheries, prepared on the basis of the research of GosNIORH, the Institute of natural resources of Finland and the Institute of marine research of Estonia [2].

We are ready to implement similar projects and have our own proposals on the most important areas of scientific research in the field of fisheries and reproduction of aquatic biological resources of the region.

The priorities of the next decade are:

- monitoring of fish stocks of the marine and freshwater complex of the Baltic Sea and its gulfs;
- study of the impact of climate and anthropogenic impacts on the status and fishing of fish stocks, as well as their habitat;
- ecological monitoring of the Baltic Sea and its gulfs;
- aquaculture development.

The Russian Federation has joined the implementation of the EU Directive on eel for the reproduction of endangered fish species in the waters of the Baltic region. To this end, a Russian-Polish plan for the management of eel stocks in the Pregoli river basin has been developed, but its implementation is not yet possible due to the ban on the export of cites glassy eel larvae outside the EU for the purpose of restoring reserves. Negotiations in this area between the EU and the Russian Federation continue for about 10 years.

Rosrybolovstvo supports scientific projects aimed at preserving and restoring the ecosystem of the Baltic Sea and its gulfs. In this regard, it is of particular concern the decision of the Republic of Poland on the construction of a new canal in the Vistula lagoon. After the construction of the canal, as a result of the increase in salinity, the freshwater part of the ecosystem is likely to die, and a completely colossal restructuring of the entire ecosystem of the reservoir will take place.

These actions, according to experts, can lead to an environmental disaster and reduce the number of fish species and their numbers in the Vistula lagoon, since most of its waters are spawning grounds for commercial fish. For this reason, Russian Fisheries Agency calls on the countries of the Baltic region to speak out against the construction of the canal and to support the requirements of environmental organizations to preserve this unique corner of nature, as well as the fish and economic facility for both the Russian Federation and Poland.

For 20 years, the international forum “Day of the Baltic Sea” has provided an opportunity for an annual multilateral discussion of the Baltic region’s environmental issues and the search for new ways of interaction between representatives of science, business, politics and the public of coastal States. In this regard, we emphasize the importance of conservation of the fishery for biological resources in the Baltic Sea and its gulfs as a socially significant activity of the population of the Baltic region.

REFERENCES

1. ICES Fisheries Over views. Baltic Sea Ecoregion. ICES Advice 2018.
2. The Gulf of Finland assessment. 2016. // Editors: Mika Raateoja and Outi Setala. Finnish Environment Institute (SYKE), 2 /27 – 368 p.

Brief information about the authors

Andrey Petrovich Pedchenko, PhD of Geographical Science, Associate Professor
Leading researcher of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)
Area of expertise: Geo-ecology, marine science, study of the impact of natural and anthropogenic factors on water bio-resources of the World’s oceans and seas, as well as on fresh-water reservoirs. Analysis of fish stock dynamics. Identification of regularities and strength of the impact of environmental factors on fish stock dynamics and fishery
E-mail: app3960@yandex.ru

А.Я. Лисовский

ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДВОДНОЙ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МОРСКОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ФГУП «Крыловский государственный научный центр»,
196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, дом 44.
E-mail: andrew.lissovsky@gmail.com

Акватория Мирового океана представляет собой систему взаимодействующих между собой физических полей, оказывающих влияние на живые организмы, обитающие в морской среде. Одним из разновидностей таких полей являются шумы моря, которые бывают как слышимые, так и не слышимые. Источниками таких шумов служат: морские волнения, являющиеся случайным процессом, связанным с гидрометеорологическими условиями; шумы, излучаемые от корпусов судов, выполняющие траловую съёмку; а также электрические разряды, излучаемые биологическими объектами [1–5]. Основными источниками подводных шумов судна служат: судовые двигатели, гребные винты, турбулентные потоки в пограничном слое при обтекании неровностей и шероховатостей корпуса и др. [8]

Спектральный анализ шумов, проведённый на базе Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра под руководством к.т.н. зав. Лабораторией М.Ю. Кузнецова, показал, на примере акватории порта Владивосток, что большая их часть лежит в области низких частот, улавливаемых рыбами, который несёт для них информационный характер. В условиях дефицита света под водой звуковой канал активно используется многими морскими млекопитающими семейства китовых для взаимодействия с окружающей средой, в том числе для поиска пищи. [8]

Этот факт представляет собой наибольший интерес при изучении их поведения в разных шумовых условиях.

По результатам данных исследований зависимости слуховых порогов рыб от частоты звука и спектральных характеристик судового шума дистанция реагирования некоторых видов рыб составляет не менее 500 метров. Максимальная дистанция при реагировании на более шумные суда, а минимальная – на суда с низким уровнем шума.

В настоящее время в России эксплуатируются научно-исследовательские суда в основном старого поколения, построенные на основе проектов с уровнем шума значительно превышающим рекомендации ИКЕС [2,6].

Характеристики шумов моря включены в ряд национальных и международных директив. Вопрос необходимости контроля для целей экологического мониторинга изменчивости пространственной когерентности морских шумов и фазовыми соотношениями между шумовыми сигналами, воспринимающими рассеянными в пространстве приёмниками, остаётся открытым.

На основе проведённых в Японском море экспериментов были выбраны рекомендации ICES (ИКЕС – Международный Совет по исследованию моря), согласно которым уровень шума рыболовных научно-исследовательских судов на частоте 10 кГц не должен превышать порог восприятия на расстоянии 20 метров [15]. При этом дистанция реагирования рыб на шум судна существенно варьируется от 40 м до 500 ми более, но чаще 100 м – 200 м в зависимости от слуховых способностей рыб, времени суток, физиологического состояния рыб, уровня шума и условий окружающей среды. Реакция рыб сопровождается стремлением выйти из шумового поля. Диапазон воспринимаемых частот у разных рыб составляет от 0,1 Гц до 2 кГц, но чаще всего до 1 кГц, а иногда до 4 кГц, некоторые виды рыб способны улавливать ультразвук.[7] Акустический режим порта является одной из составляющих при оценке вредного воздействия от деятельности предприятия на окружающую среду (раздел проекта ОВОС в техническом проекте) [5]. Обеспечение предприятием требований законодательных актов и нормативных документов по соблюдению санитарных норм шума на территории порта и в селитебной зоне выступает в качестве решения проблемы шумового загрязнения окружающей среды, а также снижения шумовой нагрузки на персонал и жителей прилегающей жилой зоны.

Целью исследования является сравнительная оценка степени учёта акустического загрязнения подводной среды при функционировании различных объектов морской хозяйственной деятельности в программах экологического мониторинга и мероприятиях по охране окружающей подводной среды в России и в Мире.

Показано, что экологический мониторинг шумов моря, проводимый в том числе в нашей стране, проводится с различными целями, в соответствии с различными параметрами перечень которых постоянно пополняется. Источники шума при ведении морской хозяйственной

деятельности можно классифицировать по функциональной принадлежности на такие группы: стационарные, технологические, транспортные. При этом морские порты являются важными источниками негативных техногенных шумов различного происхождения. Порт – это крупное транспортное предприятие, структуру производственных мощностей которого, составляют специализированные терминалы и перегрузочные комплексы различного технологического назначения. На территории порта работает перегрузочное оборудование, автотранспорт, железнодорожный транспорт, силовые установки судов, насосные станции, компрессорные установки, системы вентиляции и аспирации, узлы громкой связи и другие вспомогательные и хозяйственные объекты, которые являются источниками шума.

Обосновано, что проект управления акустической нагрузкой (шумовым загрязнением) в морских портах должен предусматривать определение количественной характеристики параметра среды, «подлежащего управлению», которую оценивают с помощью инструментальной оценки шумового режима порта. Анализ и оценка акустических параметров окружающей среды, должны являться неотъемлемой частью экологического мониторинга, причём как вблизи побережий в портовых зонах, так и на открытых акваториях вдоль судоходных трасс транспортных судов, а также в районах ведения регулярного промышленного рыболовства.

Необходимо совершенствование отечественной нормативно-правовой базы применительно к нормированию допустимого акустического воздействия на водные биоценозы, прежде всего на водных млекопитающих и популяции рыб в период нереста.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зотов Е. М.* Поле естественных низкочастотных звуковых шумов в море //Морской гидрофизический институт: ВИНИТИ, 1983. – 13 с.
2. *Изак Г.Д., Гомзиков Э.А.* Шум на судах и методы его уменьшения: монография. –М. : Транспорт, 1987. – 303 с.
3. *Исакович М.А.* Общая акустика : монография. – М.: Наука, 1973. – 496 с.
4. *Клей К.С., Медвин Г.* Акустическая океанография: монография. – М.:Мир, 1980. – 580 с.
5. *Коротков В.К.* Реакции рыб на трал, технология их лова: монография. – Калининград : МАРИНПО, 1998. – 398 с.
6. *Кузнецов М.Ю., Шевцов В.И., Поляничко В.И.* Характеристики гидроакустического шума научно-исследовательских судов ТИНРО-Центра. Известия ТИНРО. 2014. – Т. 177. – С. 235 – 256.
7. *Кузнецов М.Ю.* Дистанции реагирования различных видов рыб на гидроакустические шумы промысловых и научно-исследовательских судов и допустимые уровни шума // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 164. – С. 157 – 176.
8. *Кузнецов М.Ю., Вологдин В.Н.* Гидроакустические шумы промысловых и научно-исследовательских судов и их влияние на поведение и оценки запасов рыб (обзор и перспективы исследований) // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 157. – С. 334 – 355.
9. *Поленюк В. В.* Слуховые способности рыб и управление их поведением: Моногр. – Владивосток: ФГУП «ТИНРО-центр», 2005. – 130 с.
10. *Пеленюк В.В.* К вопросу о шумах моря // Вестник АГТУ. 2006. – № 6(35). – с. 84 – 92.

11. Справочник по гидроакустике / А. П. Евтютов, А. Е. Колесников, Е. А. Корепин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 552 с.
12. *De Robertis A., Handegard N.O.* Fish avoidance of research vessels and the efficacy of noise-reduced vessels: a review // ICES J. Mar. Sci. – 2013. – Vol. 70. – P. 34–45.
13. *De Robertis A., Wilson C.D., Williamson N.J.* et al. Silent ships sometimes do encounter more fish. 1. Vessel comparisons during winter pollock surveys // ICES J. Mar. Sci. – 2010. – Vol. 67(5). – P. 985 – 995.
14. *Kasumyan A. O.* Structure and function of the auditory system in fishes // J. Ichthyol. – 2005. – Vol. 45, Suppl. 2. –P. 223–270.
15. *Mitson R.B.* Underwater noise of research vessels: review and recommendations : ICES Cooperative Research Report. – 1995. – № 209. – 61 p.
16. *Vabø R., Olsen K., Huse I.* The effect of vessel avoidance of wintering Norwegian spring spawning herring // Fish. Res. – 2002. – Vol. 58. – P. 59–77.

A.J. Lisovsky

NOISE POLLUTION OF SEA ENVIRONMENT CAUSED BY MARITIME ACTIVITIES

Krylov State Research Centre
44 Moskovskoe shosse, St.Petersburg 196158, Russia
E-mail: andrew.lissovsky@gmail.com

The World Ocean is a system of interacting physical fields that influence marine life. Sea noises, audible or inaudible, also belong to these fields. Noise is generated by sea waves, a stochastic process associated with metocean conditions, trawling vessels, electric charges produced by marine life [1–5]. The primary noise sources are ship engines and propellers, turbulent flows around hull's roughness and bulges, etc. [8].

The analysis of noise spectra performed in the Vladivostok harbor by a team led by M.Yu. Kuznetzov, head of lab at the Pacific Fisheries Research Centre (TINRO), has shown that it is mostly the low-frequency noise sensed and used by fish as a source of information. With a deficit of light underwater, many sea mammals of the whale family actively use acoustic signals for probing the environment, among other things in their search for food [8].

This is the most interesting point in behavioral studies in various noise environments.

According to the studies on fish hearing threshold versus frequencies and spectral characteristics of ship noise it is found that the reaction range of some fish species is not less than 500 m, the maximum sensitivity distance is found in reaction to high-noise vessels, while the minimum sensitivity distance is in reaction to low-noise vessels.

Today the research vessels operated in Russia mainly belong to the older generation built to the design specs with much higher noise levels than it is recommended by ICES [2,6].

Sea noise characteristics are included in a number of national and international directives. The need to monitor variations in sea noise spatial coherence and phase relations between noise signals sensed by receivers scattered in space for the environmental monitoring purposes remains an open question.

According to ICES (International Council for Exploration of Sea) recommendations based on the experiments in the Sea of Japan, the noise level of fishery research vessels at 10 kHz should not exceed the threshold of sensitivity at 20 meters[15]. The range of fish sensitivity in reaction to ship noise varies widely from 40 to 500 m, but mostly it is between 100 and 200 m, depending on the hearing ability of fish, the time of day, physical status of fish, noise level and environmental conditions. Fish reaction is to try to swim away from the noise field. The sensitive frequency range of various fish species is from 0.1Hz to 2 kHz, but mostly up to 1 kHz, occasionally up to 4 kHz, some fish species feel ultrasound as well[7]. The acoustic pollution of harbors is a part of environmental impact assessment for projects (mandatory chapter of technical design documentation) [5]. The noise pollution issues and mitigation of noise loads on personnel and adjacent population can be resolved by complying with statutory and regulatory documents on sanitary noise standards for the harbor and residential territory.

The purpose of this study is to compare how subsea acoustic pollution is taken into account for various marine industrial assets under the environmental monitoring and protection programs in Russia and across the globe.

It is shown that the environmental sea-noise monitoring studies carried out in Russia, along with other countries, pursue various purposes and use different parameters whose list is continuously updated. Maritime industry noise sources can be classified by functional principle as follows: stationary, technological and transport sources. Marine ports are the most important sources of harmful man-made noise of various origins. A sea port is a major transport hub incorporating special-purpose terminals and transshipment complexes of various purposes. It is served by cargo handling equipment, trucks, rail transport, and ships with their propulsion machinery, pumping stations, compressors, ventilation and aspiration systems, public announcements and other utilities producing noise.

It is argued that the acoustic load (noise pollution) management projects for sea ports shall quantify the environmental parameter that has to be managed, using instrumental appraisal of the port noise status. Analysis and evaluation of acoustic environment should be an integral part of the environmental monitoring efforts, both along the coastline in harbor areas and shipping lanes, as well as on regular fishing grounds.

There is a need to update the Russian legislation and regulations on allowable acoustic exposure of biotic communities, primarily sea mammals and fish population in breeding seasons.

REFERENCES

1. *Zotov E. M.* Natural low-frequency acoustic noise field in sea // Marine Hydrophysical Institute: VINITI, 1983. – 13 p. (In Russian)
2. *Izak G.D., Gomzikov E.A.* Ship noise and methods of noise attenuation: monograph. –M. : Transport, 1987. – 303 p. (In Russian)
3. *Isakovich M.A.* General acoustics: monograph. – M.: Nauka, 1973. – 496 p. (In Russian)
4. *Klei K.S., Medvin G.* Acoustic oceanography: monograph. – M. : Mir, 1980. – 580 p. (In Russian)
5. *Korotkov V.K.* Fish reaction to trawl, fishing technologies: monograph. – Kaliningrad : MARINPO, 1998. – 398 p. (In Russian)

6. *Kuznetsov M.Yu., Shevtsov V.I., Polyanichko V.I.* Characteristics of underwater noise from research vessels of TINRO-Center. Izvestia TINRO. 2014. – T. 177. – P. 235 – 256. (In Russian)
7. *Kuznetsov M.Yu.* Sensitivity distances of various fish species in reaction to underwater noise from fishing and research vessels and allowable noise levels // Izv. TINRO. – 2011. – T. 164. – P. 157 – 176. (In Russian)
8. *Kuznetsov M.Yu., Vologdin V.N.* Underwater noise of fishing and research vessels and its impact on ship behavior and fish stock estimates (review and future research vision) // Izv. TINRO. – 2009. – T. 157. – P. 334 – 355. (In Russian)
9. *Polenyuk V. V.* Hearing ability of fish and fish behavior control: monograph. – Vladivostok: FGUP "TINRO-Center", 2005. – 130 p. (In Russian)
10. *Polenyuk V. V.* On sea noise // Vestnik AGTU. 2006. – No. 6(35). – P. 84 – 92. (In Russian)
11. Hydroacoustic Handbook / A. P. Evtyutov, A. E. Kolesnikov, E. A. Korepin et al. – 2-e ed., updated. and suppl. – L.: Sudostroenie, 1988. – 552 p. (In Russian)
12. *De Robertis A., Handegard N.O.* Fish avoidance of research vessels and the efficacy of noise-reduced vessels: a review // ICES J. Mar. Sci. – 2013. – Vol. 70. – P. 34–45.
13. *De Robertis A., Wilson C.D., Williamson N.J.* et al. Silent ships sometimes do encounter more fish. 1. Vessel comparisons during winter pollock surveys // ICES J. Mar. Sci. – 2010. – Vol. 67(5). – P. 985 – 995.
14. *Kasumyan A. O.* Structure and function of the auditory system in fishes // J. Ichthyol. – 2005. – Vol. 45, Suppl. 2. –P. 223–270.
15. *Mitson R.B.* Underwater noise of research vessels: review and recommendations : ICES Cooperative Research Report. – 1995. – № 209. – 61 p.
16. *Vabø R., Olsen K., Huse I.* The effect of vessel avoidance of wintering Norwegian spring spawning herring // Fish. Res. – 2002. – Vol. 58. – P. 59–77.

УДК 574.64

Ю. В. Крылова*, Е. С. Светашова, А. М. Пономаренко,
Н. М. Аршаница, С. Б. Екимова, Г. Ф. Ляшенко, Е. В. Колосовская

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА ПО ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)
Россия, 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д.26
***E-mail: juliakrylova@mail.ru**

Работа выполнена в рамках ежегодно проводимых мониторинговых исследований восточной части Финского залива. Цель работы заключается в оценке влияния антропогенного

воздействия поступающих сточных вод из г. Санкт-Петербурга и с акватории р. Нева на экологическое состояние водных биоресурсов и среды их обитания.

***Ключевые слова**:* токсикологические исследования; тяжёлые металлы; нефтяные углеводороды; полихлорированные бифенилы; токсичность.

Материал и методы исследования

Исследовали пробы воды, донных отложений и мышечных тканей рыб. Отбор проб осуществлялся в прибрежных и глубоководных зонах восточной части Финского залива.

В воде и донных отложениях определяли содержание тяжелых металлов (ТМ) – кадмия, свинца, меди и марганца и нефтяных углеводородов (НУВ) и оценивали их токсичность с помощью стандартного тест-объекта – *Daphnia magna* Straus.

В мышечных тканях рыб определяли содержание нормируемых в пищевой рыбе ТМ кадмия, свинца, мышьяка и ртути и полихлорированных бифенилов (ПХБ).

Результаты и их обсуждение

В пробах воды в 2018 году, как и ранее (2014–2017 гг), концентрации меди и марганца превышали ПДК [4]. Превышение ПДК по меди было обнаружено во всех исследуемых пробах воды (в 2–5 раз), а марганца - в пробах с двух глубоководных станций (3,5 ПДК). Концентрации кадмия и свинца во всех анализируемых пробах воды не превышали ПДК. Концентрация нефтяных углеводородов в воде изменялась от 0,04 до 0,07 мг/л. Превышение ПДК по НУВ (0,05 мг/л) наблюдалось только в одной пробе.

Результаты оценки токсичности воды методом биотестирования на дафниях показали, что вода нетоксична. Это даёт основание полагать, что концентрации обнаруженных веществ не превышали фоновых значений.

Во всех пробах донных отложений концентрация кадмия превышала усредненные концентрации в почвах мира (УП) [1] в 1,5-3,3 раза. Концентрация свинца в пробах донных отложений двух глубоководных станций была выше УП в 1,3 раза. Концентрация меди в пробах трёх станций была незначительно выше УП.

Отмечено значительное превышение УП марганца в донных отложениях глубоководного района Финского залива (7,25 УП). Столь высокое содержание марганца в донных отложениях Финского залива связано с характером грунта, содержащего железо-марганцевые конкреции. Установлено биогенное происхождение оксидов марганца в составе погребенных конкреций Балтийского моря, в том числе в Финском заливе [3]. О распространении конкреций в ряде районов Балтики, в том числе и в Финском заливе, известно уже более 40 лет [2]. Таким образом, столь высокое содержание марганца в донных отложениях Финского залива, вероятно, обусловлено природными факторами.

Содержание НУВ в донных отложениях изменялось от 307 до 665 мг/кг, что превышает целевой уровень для донных отложений г. Санкт-Петербурга (180 мг/кг) в 1,7 -3,7 раз. Наибольшие концентрации, превышающие целевой уровень в 3,4 и 3,7 раза, отмечены на прибрежных станциях в мелководном районе,. Характерный запах сероводорода, отмеченный на данном участке, указывает на преобладание в грунтах восстановительных процессов при дефиците кислорода и замедленной реакции окисления НУВ.

За 5 лет (2014-2018 гг.) наметилась тенденция к накоплению НУВ в донных отложениях. Зафиксировано увеличение их содержания в 2018 г. в мелководном районе в 1,6 и в 1,3 раза – в глубоководном, по сравнению с 2015 г., когда были отмечены наибольшие концентрации нефтепродуктов. В Выборгском заливе концентрация НУВ в донных отложениях не изменилась.

Согласно проведенным исследованиям концентрации кадмия, свинца, мышьяка и ртути в мышечной ткани рыб не превышали допустимых в пищевой рыбе, причем, концентрации кадмия и свинца были значительно ниже нормативов.

Результаты определения концентрации 7 изомеров ПХБ в жировой ткани салаки показали, что они в сумме были ниже допустимого уровня содержания в рыбной продукции (до 2 мг/кг) более чем в 10000 – 50000 раз.

Заключение

Полученные результаты в целом позволяют говорить о стабильности экологического состояния восточной части Финского залива в 2018 г. Вода не обладает токсичностью, однако это не исключает возможность хронического токсического воздействия на гидробионты. Концентрации тяжёлых металлов и полихлорированных бифенилов в рыбе свидетельствуют об экологической безопасности рыбной продукции по этим показателям.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бреховских В.Ф., Казмирук Т.Н., .Казмирук В.Д.* Донные отложения Иваньковского водохранилища. М.: Наука, 2006. – С.175.
2. *Варенцов И.М., Блажчишин А.И., Соколова Г.Б.* Региональные вариации минерального состава железомарганцевых конкреций и корок Балтийского моря // Конкреции и конкреционный анализ. – М.: Наука. 1977. – С. 180–190.
3. *Горшков А.И., Батурин Г.Н., Березовская В.В., Дубинина Г.А., Сивцов А.В.* Минералогия и генезис захороненных конкреций Балтийского моря // Доклады Академии Наук. – 1993. – Т. 330., № 1. – С. 79-83.
4. *Ляшенко О.А., Светашова Е.С., Екимова С.Б., Пономаренко А.М., Ляшенко Г.Ф.,. Колосовская Е.В.* Эколого-токсикологическая оценка Восточной части Финского залива // Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018 г.), СПб. ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2018. – С. 657-663. URL: http://mail.niorh.ru/download.pub/Conference/RVR_2018.pdf.

Краткая информация об авторах

Крылова Юлия Викторовна, к.г.н., доцент по кафедре
Заведующая лабораторией экологической токсикологии.
Специализация: гидрохимия, химико-биологические методы управления водными объектами;
Аршаница Николай Михайлович, к.б.н., доцент по специальности
Ведущий научный сотрудник лаборатории экологической токсикологии.
Специализация: ихтиопатология, водная токсикология;

Светашова Екатерина Симоновна, к.х.н., доцент по специальности

Ведущий научный сотрудник лаборатории экологической токсикологии.
Специализация: экологическая токсикология
E-mail: sveteka007@mail.ru;

Пономаренко Анна Михайловна, к.б.н.
Ведущий научный сотрудник лаборатории экологической токсикологии.
Специализация: экологическая токсикология
E-mail:annaponom1@yandex.ru;

Ляшенко Геннадий Федорович, к.б.н.
Старший научный сотрудник лаборатории экологической токсикологии.
Специализация: гидробиология, водная токсикология
E-mail: gfl@mail.ru;

Екимова Светлана Борисовна
Научный сотрудник лаборатории экологической токсикологии.
Специализация: экологическая токсикология
E-mail: ekimova771@yandex.ru;

Колосовская Елизавета Владимировна
Научный сотрудник лаборатории экологической токсикологии.
Специализация: водная токсикология, аквакультура
E-mail: 3050120@mail.ru

J. V. Krylova*, E. S. Svetashova, A. M. Ponomarenko, N. M. Arshanitsa, S. B. Ekimova, G. F Liashenko, E. V. Kolosovskaya

TOXICOLOGICAL AND ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE EASTERN GULF OF FINLAND

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography»
Saint Petersburg branch of VNIRO («GosNIORH named after L.S. Berg»)
Russia, 199053, St. Petersburg, Makarova embankment 26
***E-mail: juliakrylova@mail.ru**

The study was conducted as a part of annually monitoring researches of the east part of the Gulf of Finland. The purpose of the work is to assess the impact of the anthropogenic influence of incoming sewage from St. Petersburg and from the Neva river area on the ecological status of aquatic biological resources and their habitat.

***Keywords**:* toxicological studies; heavy metals; petroleum hydrocarbons; polychlorinated biphenyls; toxicity

Materials and methods

Samples of water, bottom sediments and fish muscle tissue were studied. Sampling was implemented in the coastal and deep-water areas of the eastern Gulf of Finland.

The content of heavy metals (cadmium, lead, copper, manganese, and petroleum hydrocarbons) was determined in water and bottom sediments. Moreover, their toxicity was evaluated using a standard test object called Daphnia magna Straus.

We measured the content of cadmium, lead, arsenic, mercury, and polychlorinated biphenyls in fish muscle which are which are normalized in food fish.

Results and discussion

The concentrations of copper and manganese exceeded the MPV (maximum permissible value) in the water samples in 2018 as in 2014–2017 [4]. Cooper content in 2-5 times was upper then MPV in 100 % of samples, manganese – in single samples. Cadmium and lead content in all analyzed samples were lower than MPV. Petroleum hydrocarbons concentration in water changed from 0,04 to 0,07 mg/l and was upper then MPV only in one case.

The results of assessing the toxicity of water by biotesting on daphnia showed that water is non-toxic. This suggests that the concentrations of the detected substances did not exceed the background values.

Concentration of cadmium in all samples of bottom sediments exceeded by 1.5-3.3 times the average concentrations in the soils of the world [1]. The lead concentration in the bottom sediment samples from two deep-water stations was 1.3 times higher than the average concentrations. Copper concentration in samples from three stations was slightly higher than average concentrations.

There was a significant excess of manganese average concentrations in bottom sediments of the Gulf of Finland deep-water region. Such high manganese contents in sediments associated with Gulf soil nature consisting of iron-manganese concretions. The biogenic origin of manganese oxides has been established in the composition of the buried nodules of the Baltic Sea including in the Gulf of Finland [3]. The fact that nodules are common in several areas of the Baltic including the Gulf of Finland has been known for more than 40 years [2]. Therefore, such a high content of manganese in the bottom sediments of the Gulf of Finland is associated with the natural background.

Petroleum hydrocarbons content in the bottom sediments ranged from 307,0 to 665,0 mg/kg which exceeds the target level for the bottom sediments of St. Petersburg (180,0 mg/kg) from 1,7 to 3,7 times. The highest concentrations of heavy metals were detected in estuarine sediments exceeding the target level by 3.4 and 3.7 times. The typical smell of hydrogen sulfide in this area indicates the predominance of reducing processes in soils with an oxygen deficiency and a delayed petroleum hydrocarbons oxidation reaction.

During last 5 years (2014-2018) the tendency to accumulation of petroleum hydrocarbons in bottom sediments emerged. An increase of their content in the shallow water area was recorded by 1,6 times and 1,3 times is in the deep water in 2018 compared to 2015 when the highest concentrations of oil products were noted. In the Gulf of Vyborg, the concentration of petroleum hydrocarbons in bottom sediments has not changed.

According to the conducted research the concentrations of cadmium, lead, arsenic, and mercury in the muscle tissue of fish did not exceed the allowable levels in food fish. The concentrations of cadmium and lead were significantly lower than the allowable ones.

The study of the content of 7 PCB isomers in the fat tissue of the herring showed their presence in all samples but below the permissible levels of concentrations in fish products (not more than 2 mg/kg). The total concentrations of 7 PCB isomers in all samples were below the acceptable level by more than 10,000 - 50,000 times.

Conclusion

In summary, the eastern part of the Gulf of Finland had a stable ecological condition in 2018. Non-toxic water leaves open the possibility of chronic toxic effects on aquatic organisms. According to the concentration of heavy metals and polychlorinated biphenyls in fish, fish products are environmentally safe.

REFERENCES

1. *Бреховских В.Ф., Казмирук Т.Н., .Казмирук В.Д.* Донные отложения Иваньковского водохранилища. М.: Наука, 2006. – С.175.
2. *Варенцов И.М., Блажчишин А.И., Соколова Г.Б.* Региональные вариации минерального состава железомарганцевых конкреций и корок Балтийского моря // Конкреции и конкреционный анализ. – М.: Наука. 1977. – С. 180–190.
3. *Горшков А.И., Батурин Г.Н., Березовская В.В., Дубинина Г.А., Сивцов А.В.* Минералогия и генезис захороненных конкреций Балтийского моря // Доклады Академии Наук. – 1993. – Т. 330., № 1. – С. 79-83.
4. *Ляшенко О.А., Светашова Е.С., Екимова С.Б., Пономаренко А.М., Ляшенко Г.Ф.,. Колосовская Е.В.* Эколого-токсикологическая оценка Восточной части Финского залива // Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018 г.), СПб. ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2018. – С. 657-663. URL: http://mail.niorh.ru/download.pub/Conference/RVR_2018.pdf.

Brief information about the author

J.V. Krylova. PhD (geography)
Laboratory chief
Area of expertise: hydrochemistry, chemical and biological methods of water management

N. M. Arshanitsa. PhD (biology)
Leading researcher
Area of expertise: toxicology

Svetashova E.S. PhD (chemistry)
Leading researcher
Area of expertise: toxicology, heavy metals
E-mail: sveteka007@mail.ru

A. M. Ponomarenko, PhD (biology)
Leading researcher

Area of expertise: toxicology, oil product
E-mail: annaponom1@yandex.ru

G.F. Liashenko. PhD (biology)
Senior scientist
Are of expertise toxicology, bioassay, hydrobiology
E-mail: gfl@mail.ru

S. B. Ekimova
Researcher
Area of expertise: toxicology, heavy metals
E-mail: ekimova771@yandex.ru

E.V. Kolosovskaya
Researcher, Ph.D. student
Area of expertise toxicology, aquaculture, bioassay
E-mail: 3050120@mail.ru

УДК 639.3.03

П.Е. Гарлов, Н.Б. Рыбалова, Н.М. Аршаница

К ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ АКВАКУЛЬТУРЫ И СОХРАНЕНИЮ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», ФГБНУ «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга
E-mail: garlov@mail.ru
Россия, 196601, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

В работе рассмотрены состояние заводского воспроизводства Балтийского лосося и новые методы воспроизводства популяций ценных промысловых видов рыб. Инновационные разработки представлены в виде 7 изобретений и 2-х заявок на изобретения, составляющих систему управления биотехникой искусственного воспроизводства осетровых и лососевых.

Ключевые слова: аквакультура; биотехника лососеводства и осетроводства; загрязнения; искусственное воспроизводство популяций рыб.

Целью работы является разработка новых методов эффективной биотехники воспроизводства популяций лососевых и осетровых рыб в Северо-Западном регионе.

Численность Балтийской популяции атлантического лосося в Северо-Западного регионе поддерживается исключительно за счет искусственного воспроизводства, эффективность которого, как и естественного, снижается из-за воздействия токсического фактора. При значительном объеме выпуска годовалой молоди лососевыми рыбоводными заводами (ЛРЗ) Ленобласти (3,2 млн. шт. за последние 5 лет) возврат производителей заводского происхождения составляет всего 0,4%, при нормативном – 1,9%. Это связано с низкой выживаемостью молоди, особенно в критические периоды раннего онтогенеза, когда их защитные системы, обеспечивающие детоксикацию организма и уход из зоны загрязнений недостаточно сформированы. В целом это является одной из основных причин снижения запасов ценных видов рыб, особо чувствительных к нарушениям среды – сиговых, лососевых и осетровых. Более того, рыбоводные заводы заготавливают производителей на нерестилищах в ущерб естественному воспроизводству, а биотехника выпуска молоди до сих пор не разработана. Поэтому для повышения эффективности искусственного воспроизводства Балтийского лосося разработаны методы управления размножением, выживаемостью и темпами роста молоди в виде способов воспроизводства популяций рыб (авт. свид. № 682197, патент № 2582347).

Материал и методы исследования

Новая биотехника воспроизводства разработана на ЛРЗ Ленобласти и морском садковом рыбоводном хозяйстве в Финском заливе (ООО «Алькор-Фарм»). Эколого-токсикологическое исследование проводили на водоемах бассейна Ладожского озера и рыбоводных заводах ленинградской области. Сравнительные результаты производственных испытаний оценивали по рыбоводно-биологическим, морфометрическим и важнейшим физиологическим показателям.

Результаты и обсуждение

Комплексные эколого-токсикологические исследования, проведенные в системе водоемов: оз. Ильмень – р. Волхов, оз. Ладожское – р. Нева, Невская губа в начале 80-х гг. прошлого столетия показали очаговые загрязнения этой водной системы, причем одной из наиболее загрязненных оказалась нижняя акватория р. Волхов от г. Кириши до Волховской губы. Последние исследования этой акватории показали высокий уровень загрязнений, что связано с ростом производственных мощностей в гг. Кириши и Волховстрой (2, 5). Неблагополучная обстановка по степени загрязнений наблюдается и на других водоемах Северо-Запада, что вызывает обоснованную тревогу за настоящее и будущее водоемов. Токсический эффект загрязнений наиболее выражен у рыб, как конечном звене трофической цепи водоема, особенно в период их воспроизводства (1). Например из-за загрязнений источника водоснабжения Волховского рыбоводного завода были отмечены случаи гибели икры и личинок (1, 2). Для предотвращения таких нарушений нами предлагается прежде всего новый метод биотехники воспроизводства популяций рыб на основе использования видовых филогенетических адаптаций системы «река – море» (3).

Новый метод осуществляется путем массовой заготовки производителей Балтийской популяции Атлантического лосося в море, содержания ремонтно-маточных стад в морских садках, получения здесь потомства и, после заводского выращивания в реке личинок и молоди до признаков готовности к миграции, последующего доращивания ее в морских садках («Способ воспроизводства популяций севрюги и балтийского лосося, патент № 2582347). Впервые на основе массового получения потомства лосося в солоноватой морской воде (до 3,06‰) установлена возможность ускорения развития и прогрессивного усиления роста молоди лосося (до 5-7 кратного) в солоноватой морской воде в диапазоне солености 2,5-7‰. Сокращение напо-

ловину этапов биотехники непосредственно на рыбоводных заводах высвободит дополнительные производственные мощности для достижения необходимой эффективности воспроизводства и в целом позволит сочетать искусственное воспроизводство с естественным в единый природно-промышленный комплекс воспроизводства (3, 6).

Однако новый метод вносит радикальное (природоохранное) изменение в систему воспроизводства лосося уже на первом его этапе – исключение речного промысла, особенно нерегулируемого. Поэтому для реализации основного компенсационного механизма обратной связи в этой системе природопользования предложено использовать инновации в области рекреационной аквакультуры, как новое компенсаторное (и альтернативное) решение. Для этого нами разработано устройство «Стационарная рыбная ловушка для рекреационной аквакультуры», которое позволяет снизить, либо даже исключить браконьерство на нерестилищах, способствует охранно-профилактическим мероприятиям и дают возможность максимально-эффективно использовать водные акватории, имеющие природно-ландшафтную ценность для рекреационной аквакультуры любого вида (заявка на изобретение СПбГАУ № 2017120877/13 (036138) от 14.06.2017).

В целом нами разработана система управления биотехникой воспроизводства, заключающаяся в управлении сроками получения потомства – ускорении их и задержки, управлении степенью развития и темпами роста молоди. Конкретно, для стимуляции полового созревания производителей (ускорения сроков получения потомства) были разработаны и внедрены в осетроводство (3, 6) препараты изолированной передней и задней долей гипофиза (авторские свидетельства СССР №№ 719671, 1163817). Для задержки сроков получения потомства был разработан метод длительного резервирования производителей в среде критической солености 4-8‰ (а. с. № 965409). На этой основе разработана биотехнология управления воспроизводством популяций рыб с разным сезоном нереста (а. с. № 682197 на «Способ воспроизводства популяции рыб»).

Для промышленного внедрения этих методов, круглогодичного рыборазведения, защиты продукции от загрязнений среды разработаны принципиально новые системы водоснабжения рыбоводных заводов (а.с. № № 982614) и рыбоводных хозяйств (патент на изобретение № 2400975). Они функционируют на основе новых принципов управления размножением и выращиванием рыб и на природно-промышленных принципах инженерной экологии путем крупномасштабного внесезонного подземного гидрокондиционирования с градиентом теплопередачи <0,1-0,79^{0}С/мес (3).

Для эффективного внесезонного выращивания ценных видов рыб в подобных установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) начата разработка метода содержания и эффективного выращивания рыб в искусственной «модифицированной» среде, аналогичной уже испытанной для эффективного резервирования производителей проходных и туводных форм, осетровых и костистых (а.с. СССР № 965409). Предварительные результаты лабораторных опытов показали наибольшее усиление темпов роста молоди форели и клариевого сома в такой среде, перспективной для широкого использования рыбоводных предприятиях различного профиля и на всех этапах биотехники рыбоводных работ.

Заключение

Все предлагаемые разработки применимы и для решения другой перспективной задачи нашего Северо-Западного региона – спасения Балтийской популяции Атлантиче-

ского осетра (4, 6). До сих пор сохраняется реальная возможность восстановления также и его Ладожской популяции в его маточном отечественном водоеме (4). Оптимальным участком для создания нового комбинированного типа осетроводного хозяйства (круглогодичного цикла рыборазведения) является пос. «Старая Ладога», где на единственной у нас «осетрового типа» реке Волхов располагались основные нерестилища Атлантического осетра (3**).** Для реализации этого важнейшего природоохранного и рыбохозяйственного проекта необходимо провести комплекс мероприятий по снижению уровня загрязнений р. Волхов, особенно от промышленных предприятий гг. Кириши и Волховстрой, что вполне выполнимо поскольку это организованные источники загрязнений. Это особенно важно и в санитарно-гигиеническом отношении, т.к. загрязненные воды р. Волхов в зимний период транзитом поступают к истоку р. Невы – источнику водоснабжения г. Санкт-Петербурга (1, 2, 5).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аршаница Н.М.* Материалы ихтио-токсикологического исследования в водоемах бассейна ладожского озера. Сб. Тр. ФГБНУ ГосНИОРХ. Л. 1988. – с. 12-23.
2. *Аршаница Н.М., Ляшенко А.А., Гребцов М.Р., Стекольников А.А. Колосовская Е.В.* Волховская губа Ладожского озера как источник загрязнения реки Невы. Международный вестник ветеринарии. СПб, № 4. 2016. – с. 35-41.
3. *Гарлов П.Е., Нечаева Т.А., Мосягина М.В.* «Механизмы нейроэндокринной регуляции размножения рыб и перспективы искусственного воспроизводства их популяций». СПб,: Изд-во «Проспект науки», 2018. 335с.
4. *Кудерский Л.А.* Осетровые рыбы в бассейнах Онежского и Ладожского озер // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. Вып 339, 2011. с. 92-122.
5. *Стекольников А.А.* Особенности сезонного эколого-токсикологического состояния реки Волхов. Вопросы нормативно-правового регулирования регулирования в ветеринарии. № 3. СПб., 2014. С. 236-241.
6. *Garlov P.E.* “Conserving sturgeon populations is a current natural protection and aquaculture issue”. In: “Actual status and active protection of sturgeon fish populations enlarged by extinction” (ed. Ryszard Kolman, Andrzej Kapusta). Inst. Rybactwa Srodladowego, Olstyn, 2008. “Unia Europejska”. P. 55-58.

Краткая информация об авторах

Гарлов Павел Евгеньевич, доктор биологических наук.
Профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры СПбГАУ.
Специализация: ихтиология, рыбное хозяйство, аквакультура.

Рыбалова Наталья Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.
Заведующий кафедры водных биоресурсов и аквакультуры СПбГАУ.
Специализация: зоотехния, рыбное хозяйство, аквакультура.

Аршаница Николай Михайлович, кандидат биологических наук, с.н.с.
Ведущий научный сотрудник лаб. экологической токсикологии.
Специализация: ихтиотоксикология, экологическая токсикология.

UDC 639.3.03

P.E. Garlov, N.B. Rybalova, N.M. Arshanitsa

TO INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AQUACULTURE AND CONSERVATION OF VALUABLE COMMERCIAL FISH SPECIES IN THE NORTHWEST REGION

Saint-Petersburg State Agrarian University, Russia, 196601, Pushkin Peterburgskoe Highway, 2 Federal State Budget Scientific Institution "L.S. Berg GosNIORKH" SPb Makarova quay, 26
E-mail: garlov@mail.ru grebtsov_mike@mail.ru

The state of Baltic salmon factory reproduction and new methods of reproducing populations of commercial fish species are described in this work. The innovative development is presented in the form of 7 inventions and 2 applications for inventions that make up the biotech control system of sturgeon and salmon artificial reproduction.

Keywords: aquaculture; salmon and sturgeon biotech; artificial reproduction of fish populations.

The aim of the research is to develop new methods of effective reproduction biotechnology of salmon and sturgeons populations in the Northwest region. The number of Baltic population of Atlantic salmon in the North-Western region is supported mostly by farm reproduction, whose effectiveness as a natural reproduction, is reduced due to exposure to the toxic factor. With the release from our regional salmon farms (SF) large amounts of one-year-old juvenile (3.2 million smolts over the past 5 years) the return of factory origin breeders is only 0.4%, while standard is 1.9%. This is due to the low survival of juveniles, particularly during critical periods of their early ontogeny when their protective systems providing detoxification and withdrawal from the zone of contamination are not enough formed. This is one of the main reasons for the overall decline of valuable fish species stocks, particularly sensitive to violations of natural habitat — whitefish, salmon and sturgeon. Moreover, SF collect breeders from the spawning grounds at the expense of natural reproduction and biotech release juveniles is not still developed.

Therefore, to increase the efficiency of SF artificial reproduction we propose management methods of reproduction, rates of juveniles survival and growth as a path of fish populations reproduction (auth. certificate No. 682197, patent No. 2582347: "Method for reproduction stellate sturgeon and Baltic salmon populations").

Material and methods

New tech was developed in Leningrad region SF and the cage hatchery fish farming in Finnish gulf (OOO "Al'kor-Pharm"). Comparative results of production testing were evaluated by piscicultural, biological, morphometrical and main physiological indicators. Ecological and toxicological studies were conducted on the waters of Lake Ladoga basin and SF in Leningrad region.

Results and discussion

Ecological and toxicological complex studies in system of basins: Ilmen Lake – the Volkhov river, Ladoga Lake – the Neva river and its source, in the early 80-ies., showed water pollution sources of these system, and one of the most polluted were proved to be bottom waters r. Volkhov from city Kirishi to its delta. Recent studies have shown a high level of this water area pollution that is associated with an increase in production capacity in Kirishi and Volkhovstroy cities (2). The unfavorable situation on the degree of contamination is observed on other basins of the Northwest, causing legitimate concern for the present and the future. Toxic effect of pollution is most pronounced in fish, as the final link in the food chain of the reservoir, particularly during their reproduction (1). For example, due to contamination of the water supply source of the Volkhov fish farm were marked by the deaths of Roe and larvae (1, 2). We propose a new method first of all biotech reproduction of fish populations through the use of species phylogenetic adaptations of the "river – sea" system in order to prevent such damage (3).

The New method is carried out by the mass collection in sea Baltic salmon breeders and content their brood-stocks in sea cages, get here offspring and, after river farm growing larvae and youngs to signs of readiness for migration, then grow them in sea cages ("Method of reproducing of sevruga and Baltic salmon populations, patent No. 2582347). On the basis of mass salmon offspring in brackish seawater (up to 3.06‰) for the first time, the possibility of accelerating the development and progressive growth of juvenile salmon (up to 5-7 multiple) in brackish seawater salinity range 2.5 -7‰ was stated. Reduce by half of biotechnological stages directly in fish farms will reclaim additional production capacities in order to achieve the necessary SF efficiency and, in general, will combine artificial (farm) reproduction with natural into a single natural-industrial complex (3, 6).

The new method makes, however, the radical (conservation) change in salmon reproduction system already at the first stage of it – the exception of river fishing, especially unregulated (poaching in spawning grounds). Therefore, to implement the basic compensation feedback mechanism in this system of environmental management, innovations in recreational aquaculture are proposed to use as the new compensatory (and alternative) solution. For this purpose we have developed device "The stationary fish trap for recreational aquaculture". It allows to reduce or even eliminate poaching in the spawning grounds, promotes security-preventive measures and provide an opportunity to most effective use of waters, that have natural and landscape value to any type of recreational aquaculture (application for invention No. 2017120877/13 (036138) on 14.06.2017).

In general, we have developed a management biotech system for reproduction, which consists in managing the dates of offspring (the accelerating them and delay), degree of juvenile fish development and growth. Specifically, to stimulate breeders maturation (accelerate offspring) drugs of isolated anterior and posterior pituitary lobes were developed and introduced in sturgeon culture (3) (authors certificates No. 719671, 1163817). For delayed offspring a method for long-term reservation breeders in medium of critical salinity 4-8‰ was developed (a. c. No. 965409). The biotech management reproduction of fish populations with different spawning seasons was developed on this basis (a. c. No. 682197 on "The method of fish populations reproduction").

For industrial use of these methods, year-round fish farming, to protect farm products against water pollutions fundamentally new aquaculture water-supply systems were developed (a. c. No. 982614; patent for invention No. 2400975). They operate on the basis of new principles of breeding

and natural-industrial principles of medium engineering through underground large-scale water conditioning with a gradient heat transfer <0,1-0,79^{0}C/month.

For effective cultivation of valuable fish species in such recirculation aquaculture systems the development of content and effective fish cultivation in an artificial "modified" medium was started. Similar medium for effective long-term reservation of migratory and sedentary forms of sturgeon and bony fish breeders has been tested previously (a.s. No. 965409). Our preliminary results of laboratory experiments showed the growth enhancement of trout and catfish juveniles in this medium, promising for a wide use in various fields and at all stages of fish farm bioengineering.

Conclusion

All proposed developments can be applied to solve another promising task of our Northwest region – the recovery of Baltic population of Atlantic sturgeon (6). There is still a real opportunity to restore its Ladoga population (4). The best area for the creation of a new sturgeon and whitefish combined type farm (year-round cycle of farming) is the only "sturgeon type" river "Volkhov" near "Staraya Ladoga" city, where were main spawning grounds for Atlantic sturgeon (3, 6). To implement this critical nature-protection and fisheries project it is necessary and doable to carry out a range of measures to reduce the level of contamination, particularly of Volkhov river from the sources of contamination of industrial enterprises in Kirishi and Volkhovstroy cities (1, 2, 5). This is particularly important in respect of sanitation and hygiene, since contaminated water Volkhov river in winter transit comes into the Neva river source, which is the source water of St. Petersburg (2).

REFERENCES

1. *Arshanitsa N.M.* Materials ihtyo-toxicological studies in reservoirs of the basin of Lake Ladoga. Sci. Res. FGBNU GosNIORH. L. 1988. – p. 12-23.
2. *Arshanitsa N.M., Lyashenko A.A., Grebtsov M.R., Stekolnikov A.A. Kolosovskaya E.V.* Volhovskaya delta of Lake Ladoga as a source of pollution in the river Neva. International Bulletin of animal health. St. Petersburg, N. 4. 2016. – p. 35-41.
3. *Garlov P.E., Nechayeva T.A., Mosyagina M.V.* "Mechanisms of neuroendocrine regulation of fish breeding and prospects of artificial reproduction of their populations". St-Petersburg: "Science prospect", 2018. – 335p.
4. *Kuderski L.A.* Sturgeon fish in the basins of Lakes Ladoga and Onega. GOSNIORH Sci. Res. 339, 2011. – p. 92-122.
5. *Stekolnikov A.A.* Peculiarities of seasonal ecological and toxicological condition of the Volkhov river. Regulatory issues management in veterinary medicine. N. 3. Spb., 2014. – p. 236-241.
6. *Garlov P.E.* "Conserving sturgeon populations is a current natural protection and aquaculture issue". In: "Actual status and active protection of sturgeon fish populations enlarged by extinction" (ed. Ryszard Kolman, Andrzej Kapusta). Inst. Rybactwa Srodladowego, Olstyn, 2008. "Unia Europejska". – p. 55-58.

Brief information about the authors

Garlov Pavel Evgenyevich, doctor of biological sciences, senior researcher.
Professor of living aquatic bioresources and aquaculture chair SPbGAU.

Specialization: ichthyology, fisheries, and aquaculture.

N.B. Rybalova Natalya Borisovna, candidate of agricultural sciences, associate professor
Head of aquatic bioresources and aquaculture chair SPbGAU.
Area of expertise: zootechny, fisheries, and aquaculture.

Arshanitsa Nikolay Mykhailovych, candidate of biological sciences, senior researcher
Leading researcher in the laboratory of environmental toxicology, GOSNIORCH.
Area of expertise: ichthyotoxicology, ecological toxicology.

УДК 502.743:639.2.058

В.В. Дроздов

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет»
Россия, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская ул., дом 79
E-mail: vladidrozdov@yandex.ru

Рассмотрены особенности многолетней динамики промысловых донных рыб Балтийского моря. Проанализированы величины промысловой смертности популяций в различные периоды времени. Обоснована концепция обеспечения экологической безопасности промышленного рыболовства на основе диагностики текущего состояния морских экосистем и оценки их устойчивости к климатическим и антропогенным воздействиям.

Ключевые слова: Балтийское море; промысловые донные рыбы; промышленное рыболовство; климат; факторы среды; экологическая безопасность.

Согласно Стратегии экологической безопасности, утвержденной Указом Президента Российской Федерации № 174 от 19.04.2017 г., экологическая безопасность рассматривается как составная часть национальной безопасности страны. **Экологическая безопасность** – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности. При этом важнейшей задачей является осуществление эффективных мер по сохранению и рациональному использованию природных биологических ресурсов, в том числе водных.

К числу важнейших промысловых популяций донных рыб Балтийского моря принадлежат западно-балтийская (*Gadus morhua morhua)* и восточно-балтийская (*Gadus morhua callaris)* популяции трески, а также представители семейства камбаловых – речная камбала *Pleuronectes flesus*, морская камбала *Platessa platessa* и др. Периоды высокого обилия донных

промысловых рыб часто сменяются упадком их численности вплоть до сокращения доступных запасов в несколько раз, что приводит к введению запрета на промысел для сохранения важнейших популяций. Это не может не вызывать озабоченности и определяет актуальность исследования основных причин происходящих изменений [1,2,3].

На рисунке 1 представлена многолетняя динамика величин суммарных уловов (тыс. т) восточно-балтийской (*а*) и западно-балтийской (*б*) популяций трески, а также величин их промысловой смертности (*в*).

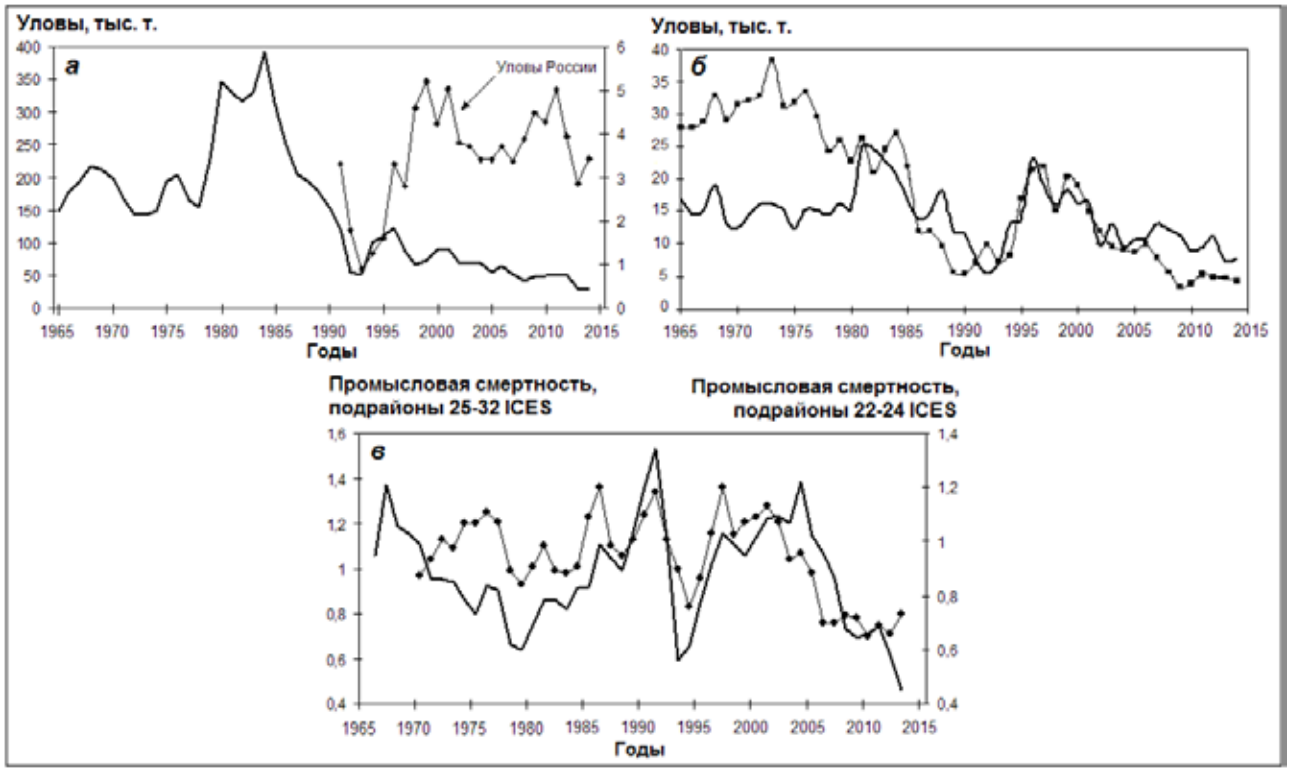


Рисунок 1. Многолетняя динамика величин суммарных уловов (тыс. т) восточно-балтийской а) и западно-балтийской (б) популяций трески, а также величин их промысловой смертности (в). По данным ICES [2,3]

а) – по оси ординат слева: уловы в подрайонах ICES № 25–32 (—), по оси ординат справа: уловы России (—•—);

б) – уловы в подрайонах ICES № 22 (—•—) и № 24 (—);

в) – промысловая смертность особей в возрасте от 4 до 6 лет в подрайонах ICES № 25–32 (по оси ординат слева (—)) и особей в возрасте от 3 до 5 лет в подрайонах ICES № 22–24 (по оси ординат справа (—•—)). По данным: ICES, 2014a, 2015.

Причинами экстремального снижения урожайности и уловов донных рыб в конце 1980-х и в начале 1990-х гг., явились крайне неблагоприятные условия для их размножения, обусловленные климатической аномалией над регионом Северной Атлантики, на фоне усиления антропогенного изъятия промыслом. Для обеспечения экологической безопасности промышленного рыболовства разработаны методы интегральной диагностической оценки текущего состояния и оценки устойчивости экосистемы Балтийского моря и других внутренних морей Европы на основе индикаторного подхода.

На рисунке 2 представлена обобщенная схема отражающая концепцию и последовательность осуществления мероприятий по обеспечению экологической безопасности промышленного рыболовства, применительно к защите от чрезмерной эксплуатации биологических ресурсов популяций промысловых рыб.

Рисунок 2. Предлагаемая концепция и последовательность осуществления мероприятий по обеспечению экологической безопасности промышленного рыболовства

Выполненный анализ материалов и данных позволяет заключить, что многолетняя динамика показателей продуктивности популяций донных балтийских рыб определяется прежде всего абиотическими факторами морской среды, а также в ряде районов находится в сильной зависимости от антропогенного воздействия в виде изъятия половозрелой части популяций промыслом. В настоящее время нет оснований полагать, что загрязнение Балтийского моря, в том числе донных отложений в ряде районов, способно оказывать существенное прямое влияние на численность популяций трески и других донных рыб. Однако пелагическая икра рыб является особенно чувствительной к воздействию токсикантов, в том числе тяжелых металлов.

Поэтому требуется регулярно определять их содержание в эмбрионах, личинках рыб, а также во взрослых особях, оценивая степень и характер негативного воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дроздов В.В.* Динамика продуктивности популяций донных рыб балтийского моря Gadus morhua morhua L., Gadus morhua callarias L.,Pleuronectes flesus L.., Platessa pl atessa L. в связи с факторами среды и промыслом // Вопросы рыболовства. Вопросы рыболовства. М.: Изд. ВНИРО. – 2017. – Т. 18. – № 2. – С. 139 – 155.
2. ICES. Report of the benchmark workshop on Baltic flatfish stocks. ICES CM 2014/ ACOM:39. Copenhagen, Denmark, 2014b. 320 p.
3. ICES. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. ICES CM/ ACOM:10. Copenhagen, Denmark, 2015. 826 p.

Краткая информация об авторе

Дроздов Владимир Владимирович, к.г.н., доцент
Заведующий кафедрой Экологии биоресурсов РГГМУ.
Специализация: причины и следствия климатических изменений, экологическая безопасность морской хозяйственной деятельности.
E-mail: vladidrozdov@mail.ru

V.V. Drozdov

ENSURING ECOLOGICAL SAFETY OF INDUSTRIAL FISHING

Federal state budgetary educational institution of higher education
«Russian state hydrometeorological university»
Russia, 192007, St. Petersburg, Voronezhskaya St., 79
E-mail: vladidrozdov@yandex.ru

Features of long-term dynamics of food demersal fishes of the Baltic Sea are considered. Sizes of trade mortality of populations during various periods of time are analysed. The concept of ensuring environmental safety of industrial fishing on the basis of diagnostics of current state of marine ecosystems and assessment of their resistance to climatic and anthropogenic influences is proved.

Keywords: Baltic Sea; food demersal fishes; industrial fishing; climate; environment factors; ecological safety.

According to the Strategy of the environmental safety approved by the Decree of the President of the Russian Federation No. 174 of 19.04.2017, environmental safety is considered as a component

of national security of the country. Environmental safety – a condition of security of the environment and the vital interests of the person from potential negative impact of economic and other activity. At the same time the major task is implementation of effective measures for preservation and rational use of natural biological resources, including water.

Western-Baltic (*Gadus morhua morhua*) and Eastern-Baltic (*Gadus morhua callaris*) of a population of a cod and also a river flounder of *Pleuronectes flesus*, a sea flounder of *Platessa platessa*, etc. belong to number of the major trade populations of demersal fishes of the Baltic Sea. The periods of high abundance bottom of fishes often are replaced by decline of their number up to reduction of stocks several times that leads to introduction of the ban on trade for a saving of the major populations. It cannot but cause concerns and defines relevance of a research of the main reasons for the happening changes [1,2,3].

In figure 1 the long-term dynamics of sizes of total catches (thousand tons) of the eastern-Baltic and western-Baltic populations of a cod and also sizes of their trade mortality is presented.

The reasons of extreme decrease in productivity and catches of demersal fishes in the late 1980s and in the early 1990s years were extremely adverse conditions for their reproduction caused by climatic anomaly over the region of Northern Atlantic against the background of strengthening of

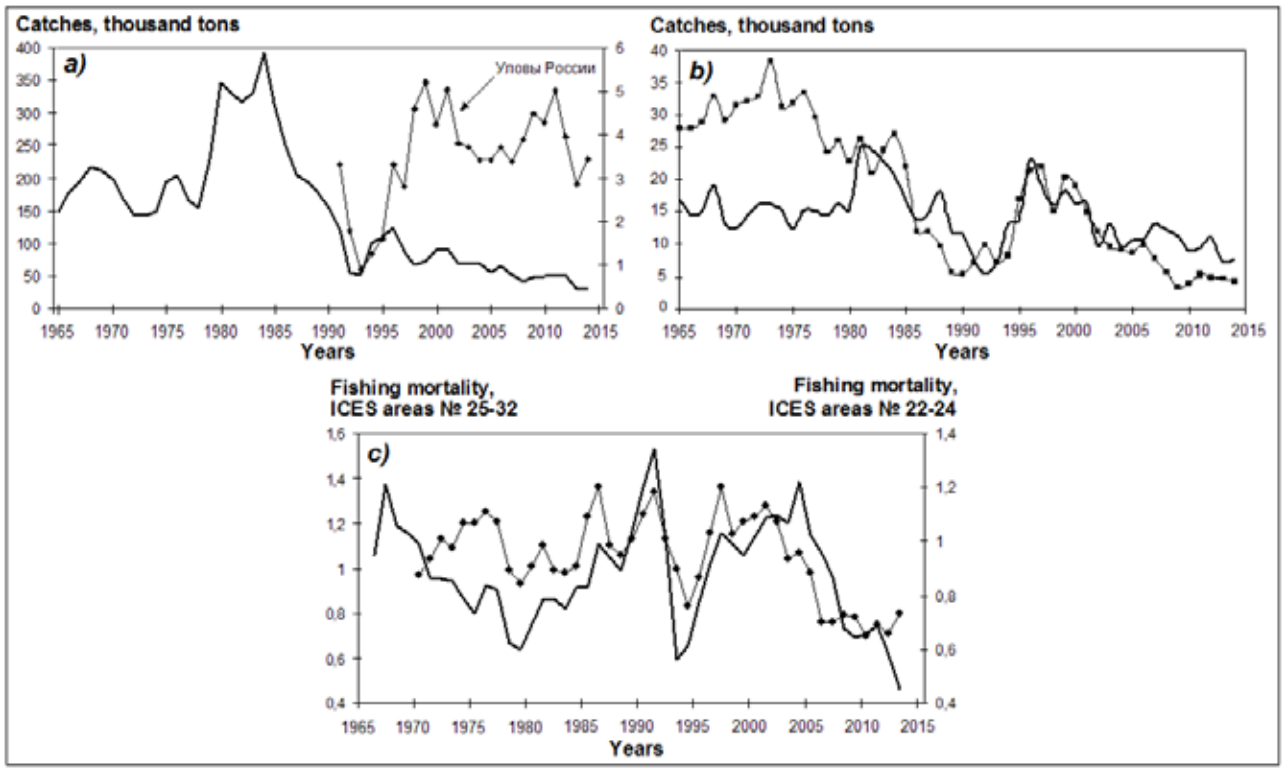


Fig. 1. Long-term dynamics of sizes of total catches (thousand tons) of the east-Baltic (a) and western-Baltic populations (b) of a cod and also sizes of their trade mortality (c)
By data: ICES, 2015 [2,3]

a) – on ordinate axis at the left: catches in subdistricts of ICES No. 25-32 (—), on ordinate axis on the right: catches of Russia (—•—); b) – catches in subdistricts of ICES No. 22 (—•—) and No. 24 (—); c) – a trade mortality of individuals aged from 4 up to 6 years in subdistricts of ICES No. 25-32 (on ordinate axis at the left (—)) and individuals aged from 3 up to 5 years in subdistricts of ICES No. 22-24 (on ordinate axis on the right (—•—)).

anthropogenic withdrawal by trade. Methods of integrated diagnostic assessment of current state and assessment of stability of an ecosystem of the Baltic Sea and other closed seas of Europe on the basis of indicator approach are developed for ensuring environmental safety of industrial fishing.

In figure 2 the generalized scheme reflecting the concept and the sequence of implementation of actions for ensuring environmental safety of industrial fishing, in relation to protection against overexploitation of biological resources of populations of food fishes is submitted.

The made analysis of materials and data allows to conclude that long-term dynamics of indicators of efficiency of populations of demersal Baltic fishes be determined first of all by abiotic factors of the marine environment and also in a number of areas is in strong dependence on anthropogenic influence in the form of with drawal of a sexually mature part of the populations trade. Now there are no bases to believe that pollution of the Baltic Sea, including ground deposits in a number of areas, is capable to render an essential direct influences on the number of populations of a cod and the another of demersal fishes. However pelagic fish roe is especially sensitive to an exposure to toxicants, including

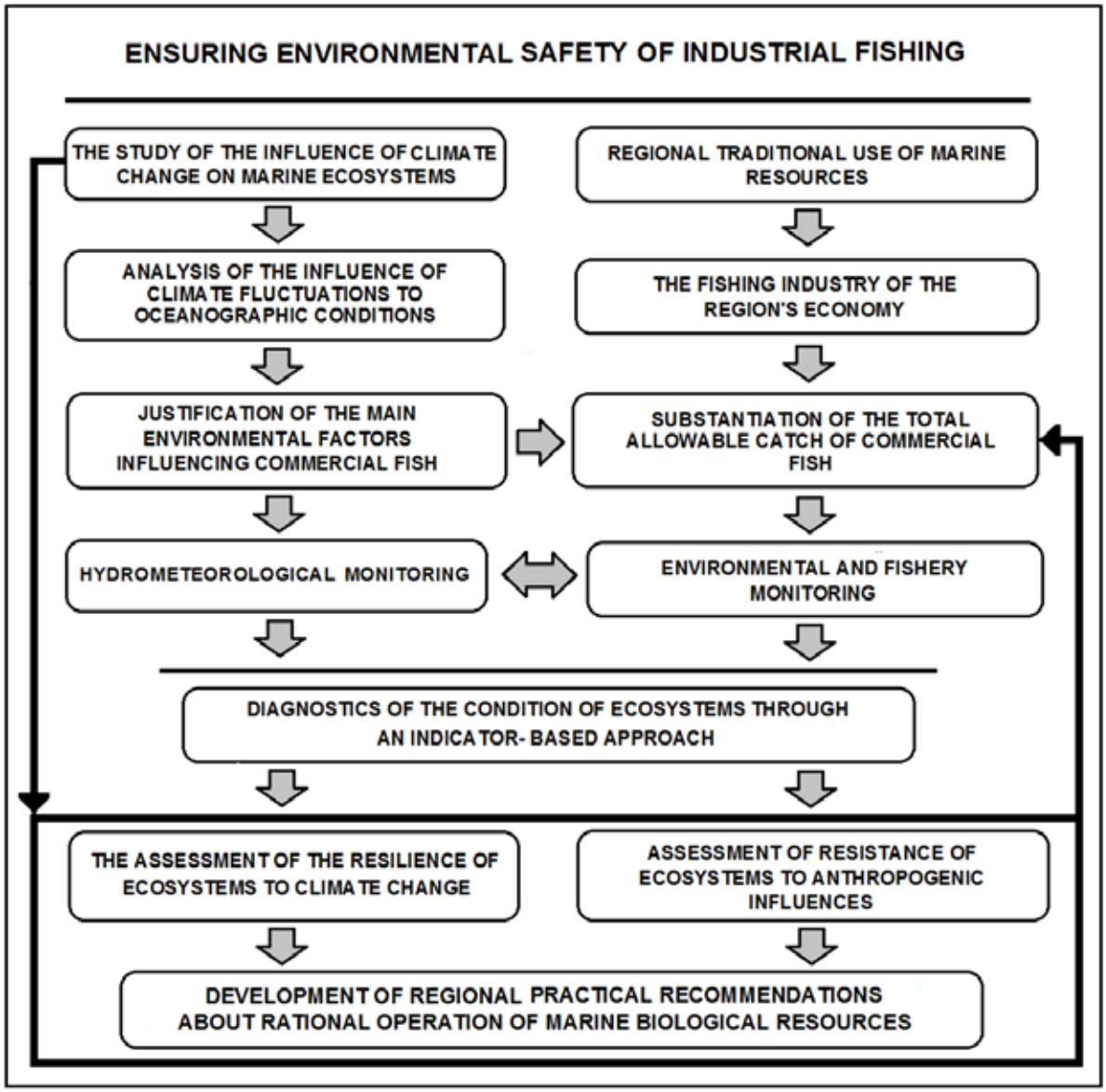


Fig. 2. The offered concept and the sequence of implementation of actions for ensuring environmental safety of industrial fishing

heavy metals. Therefore it is required regularly determine their contents in embryos, larvae of fishes and also in adult individuals, estimating degree and the nature of negative impact.

REFERENCES

1. *Drozdov V.V.* The dynamics of productivity of populations of demersal fish in the Baltic sea Gadus morhua morhua L., Gadus morhua callarias L., Pleuronectes flesus L., Platessa platessa L. in relation to environmental factors and fisheries. Questions of fishery. M.: VNIRO. – 2017. – Vol. 18. – № 2. – P. 139 – 155.
2. ICES. Report of the benchmark workshop on Baltic flatfish stocks. ICES CM 2014/ ACOM:39. Copenhagen, Denmark, 2014b. 320 p.
3. ICES. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. ICES CM/ ACOM:10. Copenhagen, Denmark, 2015. 826 p.

Brief information about the author.

Drozdov Vladimir Vladimirovich, associate professor
Head of the department of Ecology and bioresources RSHU.
Area of expertise: causes and effects of climatic changes, environmental safety of sea economic activity.
E-mail: vladidrozdov@mail.ru

УДК 639.3.03

П.Е. Гарлов, Н.М. Аршаница

СОСТОЯНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В СВЯЗИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ВОДОЕМОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» «ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»
E-mail: garlov@mail.ru grebtsov_mike@mail.ru
Россия, 196601, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

В работе рассмотрены причины снижения численности Балтийской популяции атлантического лосося и предложены мероприятия по ее восстановлению.

Ключевые слова: аквакультура; воспроизводство лососей и сиговых; загрязнение среды; биотехника заводского рыборазведения предел допустимой концентрации

Целью работы является выявление основных причин резкого снижения численности Балтийской популяции атлантического лосося в водоемах Северо-Запада и предложение научно-обоснованных мероприятиятий по ее восстановлению. Имеются 3 пути решения этой природоохранной и рыбохозяйственной проблемы в виде единого комплекса мероприятий: 1) охрана среды обитания рыб, особенно от загрязнений, 2) рыбоохрана и, особенно, охрана нерестилищ, 3) искусственное воспроизводство (собственно аквакультура), включая мелиорацию нерестилищ. В настоящем сообщения рассматривается 1-й путь этого решения.

Материал и методы исследования

Представлены материалы полевых и экспериментальных исследований и произведен анализ специальной литературы по выявлению причин снижения численности Балтийского лосося в водоемах Северо-Запада. Проведены токсикологические, патоанатомические и химико-аналитические исследования промысловой и заводской продукции. На основе сравнительного анализа этих результатов выявляли основные причины снижения численности и научно обосновывали общие мероприятия по восстановлению популяции лосося. Предложены конкретные мероприятия и охраноспособные технические решения этого направления.

Результаты и обсуждение

Естественное воспроизводство атлантического лосося в подавляющем большинстве его нерестовых рек стало неэффективным, в результате чего численность его Балтийской популяции резко снизилась и промысел его с 2009 г. прекратился. Важнейшей причиной этого явилась возрастающая антропогенная нагрузка на водоемы: нарушение их гидрохимического состояния и, соответственно, воздействие токсических факторов, браконьерства и пр. Эти факторы снижают также и эффективность работы лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) из-за ухудшения качества рыбоводной продукции. Процессы загрязнения поверхностных вод стали неуправляемы, особенно по содержанию металлов и ксенобиотиков и токсикологический фактор таких загрязнений в связи с локальными и региональными особенностями прогрессовно возрастает. В этих условиях наиболее уязвимыми к основным типам загрязнений оказываются особо чувствительные «оксифильные» виды семейств лососевых и сиговых, причем их наиболее ранние стадии развития (1, 2). Это связано прежде всего с их продолжительным инкубационным периодом (эмбриональное развитие: осень – весна) и особенно длительным воздействием токсических факторов при сублетальных уровнях загрязнений водоема. В этих условиях даже у менее чувствительных весенненерестующих видов рыб в результате эмбриональных патологий установлены симптомы необратимых поражений (сколиозы, анемии и пр.) более чем у 30-40% личинок (4, 5). Токсикологический фактор доминирует и в условиях заводского воспроизводства лосося. Так, массовая гибель лосося на различных этапах развития наблюдалась при повышении в воде концентрации меди до сотен ПДК, десятков – по свинцу и др. на Лужском ЛРЗ (3). Случаи массовой гибели волховского сига отмечены и на Волховском рыбоводном заводе (4). Этот некогда промысловый вид занесен в Красную книгу исчезающих видов, несмотря на многолетнее (с 1927г.) заводское воспроизводство его популяции. Патоанатомическое и химико-аналитическое исследование заводских сеголетков лосося и сига показали выраженное проявление симптомов хронического токсикоза и накопление опасных металлов, что не обеспечивает возможности их полного выживания в водоеме (3, 4). Некоторые производители лосося также имели аналогичные симптомы, которые вызывали патофизиологические нарушения потомства, передаваемые герминативным путем. Поэтому можно полагать, что од-

ной из основных причин падения численности популяций лосося в водоемах Северо-Запада являются нарушения естественного и заводского воспроизводства связанные с воздействием токсических факторов. Для повышения эффективности естественного воспроизводства вполне возможно проведение мероприятий по снижению уровня загрязнений нерестилищ, учитывая особенности локального загрязнения нерестовых рек из организованных источников загрязнений – сточных вод, атмосферных выбросов загрязняющих веществ и пр. В сложившихся условиях необходимо осуществить комплекс мероприятий по повышению эффективности воспроизводства популяции лосося, прежде всего разработать современную более эффективную биотехнику воспроизводства, учитывая основной ее недостаток – начальную заготовку производителей на нерестилищах в ущерб естественному воспроизводству. Наши результаты самых последних разработок комплексной биотехники воспроизводства лосося показывают преимущества заготовки производителей, получения потомства и конечного выращивания потомства в морских садках – все в наименее загрязненных (но кормных) местах нагула и промысла. На ЛРЗ личинок и молодь успешно выращивают в бассейнах с использованием методов (и систем) водоподготовки и внутрицеховых установок замкнутого водоснабжения.

Для развития аквакультуры, в частности защиты продукции от загрязнений среды перспективен новый метод водоподготовки и улучшения качества воды путем внедрения в производство принципиально новых систем водоснабжения рыбоводных заводов (авторское свидетельство № 982614) и рыбоводных хозяйств (патент на изобретение РФ № 2400975). Эти установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) функционируют на основе новых методов эффективного управления размножением и круглогодичного выращивания рыб и на природно-промышленных принципах инженерной экологии путем крупномасштабного внесезонного подземного гидрокондиционирования среды любого состава с градиентом теплопередачи <0,1-0,79^{0}С/мес.

Заключение

Сравнительный анализ результатов натурных и лабораторных экспериментальных исследований и сопоставление их с данными литературы показал, что одной из основных причин снижения численности Балтийской популяции атлантического лосося в водоемах Северо-Запада является нарушение процессов естественного и заводского воспроизводства. Оно связано с воздействием токсических факторов на ранние этапы развития лососевидных рыб и на физиологическое состояние производителей. Для нормализации этих процессов и повышения эффективности заводского воспроизводства разработан новый эффективный метод заготовки производителей, получения потомства и конечного выращивания потомства в морских садках. Разработаны принципиально новые системы замкнутого водоснабжения рыбоводных заводов и хозяйств на природно-промышленных принципах инженерной экологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аршаница Н.М., Беляев Д.С., Стекольников А.А., Гребцов М.Р., Каримов Б.К.* Токсикорезистентность рыб к основным типам загрязнения водоемов. Международный вестник ветеринарии. СПб. 2018, № 3. С. 110-123.
2. *Аршаница Н.М., Стадников Д.А.* Влияние токсических факторов на состояние рыб в раннем онтогенезе. Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути ре-

шения. Сб. Научн. Тр. Всероссийской конфер. 12-14 ноября 2007г. Ульяновск. С. 203-209.
3. *Аршаница Н.М., Ляшенко А.А.* Влияние загрязнений на воспроизводство рыб. Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. Материалы Международной конференции. СПб., 20-22 апреля2010г. СПб.: «Нестор-История», 2010, □ 271с. С. 12-14.
4. *Гребцов М.Р.* Эколого-токсикологическая характеристика Волховской губы Ладожского озера. Вопросы нормативно-правового регулирования регулирования в ветеринарии. № 3. СПб., 2014. С. 66-71.
5. *Стекольников А.А.* Особенности сезонного эколого-токсикологического состояния реки Волхов. Вопросы нормативно-правового регулирования регулирования в ветеринарии. № 3. СПб., 2014. С. 236-241.

Краткая информация об авторах

Гарлов Павел Евгеньевич, доктор биологических наук, с.н.с.
Профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры СПбГАУ.
Специализация: ихтиология, рыбное хозяйство, аквакультура.

Аршаница Николай Михайлович, кандидат биологических наук, с.н.с.
Ведущий научный сотрудник лаб. экологической токсикологии.
Специализация: ихтиотоксикология, экологическая токсикология.

UDC 639.3.03

P.E. Garlov, N.M. Arshanitsa

THE AQUACULTURE STATUS IN REGARD TO WATER POLLUTION IN THE NORTHWEST REGION

Saint-Petersburg State Agrarian University, Russia, 196601, Pushkin Peterburgskoe Highway, 2
Federal State Budget Scientific Institution "L.S. Berg GosNIORKH", SPb Makarova quay, 26
E-mail: garlov@mail.ru grebtsov_mike@mail.ru

The paper considers reasons for the Baltic population of Atlantic salmon decline and proposes measures for its recovery.

Keywords: aquaculture; salmon and whitefish reproduction; fish habitat pollution; fish farming biotech.

The aim of the research is to identify the main reasons for the sharp decline of the Baltic populations of Atlantic salmon in the Northwest and to offer scientifically-based measures for its restoration. There are 3 solutions to this natural-security and fisheries problem in the form of an integrated general measure: 1) the protection of fish natural habitat, from pollutions particularly

2) fish populations protection, spawning especially, 3) artificial reproduction (conserving aquaculture), including reclamation of spawning grounds. The present communication examines the first solution.

Material and methods

The study presents nature materials and experimental researches and the special literature analysis to identify the causes of the Baltic salmon decline in the Northwest pool. Toxicological, patology-anatomical and chemical-analytical studies of fishing and fish factory products were conducted. The main causes of such salmon populations decline and scientifically-based measures to their restore, based on the comparative analysis of these results, were performed. Specific measures and innovative tech solutions in this field were proposed.

Results and discussion

The natural reproduction of Atlantic salmon in the vast majority of its spawning rivers became ineffective and so its population number was dramatically decreased and fishing was finished since 2009. The most important reason for this was the increasing anthropogenic pressure on water: violation of its hydrochemical status and, accordingly, impact of toxic factors, poaching, etc. These factors reduce the efficiency of fish farming and also salmon farms (SF) due to deterioration of the quality of fish-farm products. Surface water pollution processes have become unmanageable, especially on metals and xenobiotics content and toxic factors of such pollution increases progressive in connection with local and regional peculiarities. In these circumstances, the "oxyfillic types" of salmon and whitefish families are the most vulnerable to the main types of pollution and especially sensitive are their earliest stages of development (1, 2). This is due primarily to their prolonged incubation period (embryonic development: autumn – spring) and especially prolonged exposure of toxic factors in sublethal levels of pollution on the water pool. In these circumstances, even less sensitive spring-spawning fish species have more than 30-40% larvae pathologies of established symptoms of irreversible lesions (scoliosis, anemia, etc.) as a result of the embryonic pathology (4, 5). Toxic factors of pollutions dominate also in the context of SF reproduction. Thus, the mass mortality of salmon at different stages of development was observed with increasing copper concentrations in water exceeding 100 of permissible concentration limit, exceeding 10 limits of lead concentrations, etc. in Luga SF (3). Cases of mass deaths of Volkhov whitefish was marked also in Volkhov whitefish farm (4). This once fisheries species is listed in the "Red Book of endangered species", despite a long-standing (since 1927) factory reproduction of its population. Pathological-anatomical and chemical-analytical study of farmed salmon and whitefish youngs showed pronounced symptoms of chronic toxicity and accumulation of hazardous metals, that does not provide the possibility of their full survival in habitat (3, 4). Farm salmon breeders had also similar symptoms that caused violations of pathophysiological offspring, which transmitted by germinative way. Therefore, we can assume that one of the main reasons for the salmon population reduce in the Northwest is the violation of natural and factorial reproduction, associated with exposure of toxic factors. To improve the efficiency of natural reproduction it is possible to reduce the level of contamination of spawning grounds, given the peculiarities of local contamination of spawning rivers from pollution sources-the waste waters, atmospheric pollutant emissions, etc. In these circumstances, it is necessary to implement a set of measures for improving the effectiveness of the reproduction of salmon populations, especially to develop a modern more efficient biotech reproduction, especially taking into account its main disadvantage – the farm initial billet breeders on the spawning grounds at the expense of natural reproduction. Our results of the most recent developments of the integrated salmon reproduction biotechnology show benefits of billet breeders, offspring and end growing offspring in sea cages – the all in the least polluted

foraging and fishing grounds. Fish farmed larvae and youngs grow successfully in basins using methods (and systems) of water treatment and (intrafirm) recirculation aquaculture systems (RAS).

For the development of aquaculture, in particular to protect fish farm products from habitat contamination promising a new method of water treatment and water quality improvement through introduction of the innovative water supply systems fish farms (authors certificate № 982614) and fish hatcheries (patent for invention № 2400975). These installations (RAS) operate on the basis of new methods of effective management and year-round fish cultivation on natural- industrial principles of environmental engineering by large-scale underground hydro-conditioning of any water medium composition with a heat transfer gradient < 0.1 – 0,79°C/a month.

Conclusion

One of the main reasons for the decline of the Baltic salmon population in the Northwest region is the violation of natural and farm reproduction processes as it shown by a comparative analysis of natural and laboratory experimental researches and their comparison with literature data. It is associated with exposure to toxic factors on the early stages of the salmonoidei fish development and on their breeders physiological status. A new effective method for billet breeders, offspring and final growing offspring in sea cages is developed to normalize these processes and improve the efficiency of farm reproduction. The fundamentally new recirculation aquaculture systems based on natural-industrial principles of environmental engineering were developed for fish hatcheries and farms with the same purpose.

REFERENCES

1. *Arshanitsa N.M., Belyaev D.S., Stekolnikov A.A., Grebtsov M.R., Karimov B.K.* Effect fish to the main types of pollution. International Bulletin of animal health. Spb. 2018, N. 3. C. 110-123.
2. *Arshanitsa N.M., Stadnikov D.A.* Toxicological Impact factor on the state of fish stocks in early ontogenesis. Ecological-biological problems of water and biological resources: towards a solution. Sat. Scientific. Tr. All-Russian Conference. 12-14 November, 2007. Ulyanovsk. P. 203-209.
3. *Arshanitsa N.M., Lyashenko A.A.* Influence of contaminants on reproduction of fish. Reproduction of natural populations of valuable fish species. Materials of International Conference. Spb., 20-22 april, 2010. St-Petersburg: “Nestor-history”, 2010. 271 pp. P. 12-14.
4. *Grebtsov M.R.* Ecology-Rowers toxicological characteristics the Volhov delta of Ladoga lake. Regulatory issues management in veterinary medicine. No. 3. Spb., 2014. C. 66-71.
5. Stekolnikov A.A. Peculiarities of seasonal ecological and toxicological condition of the river Volkhov. Regulatory issues management in veterinary medicine. No. 3. St-Petersburg, 2014. C. 236-241.

Brief information about the authors

Garlov Pavel Evgenyevich, doctor of biological sciences, senior researcher
Professor of aquatic bioresources and aquaculture SPbGAU.
Area of expertise: ichthyology, fisheries, aquaculture.
Arshanitsa Nikolay Mykhailovych, candidate of biological sciences, senior researcher

Leading researcher in the laboratory of environmental toxicology, GOSNIORCH.
Area of expertise: ichthyotoxicology, ecological toxicology.

УДК 574. 583:574.587 (261.243)

О.Н. Суслопарова[1], Е.К. Ланге[2], Ю.А. Зуев[3], В.В. Вантякшев[4]

БИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ МТП УСТЬ-ЛУГА В ЛУЖСКОЙ ГУБЕ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

[1]ООО «Креативные технологии». Россия, 195196, Санкт-Петербург, Таллинская ул., 7
E-mail: olga_susloparova@mail.ru

[2] Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, Россия, 117997, Москва, Нахимовский пр., 36

[3]Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга»). Россия, 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26

[4]ООО АЦ «ЭКО-Эксперт». Россия, 123242, Москва, ул. Большая Грузинская, 14

Представлены многолетние данные по фитопланктону, зоопланктону и зообентосу, формирующих биотические условия обитания рыб в Лужской губе Финского залива, за период, включающий годы строительства и эксплуатации порта Усть-Луга. Полученные за 20-летний период данные по структурным и количественным показателям гидробионтов в Лужской губе в первую очередь свидетельствуют о влиянии природных факторов на их сезонную и межгодовую динамику. Локальные изменения видового разнообразия, структуры доминантов и/или численности и биомассы гидробионтов, обусловленные воздействием гидротехнических работ, носят преимущественно временный характер.

Ключевые слова: Финский залив; Лужская губа; фитопланктон; зоопланктон; зообентос; количественные показатели.

Лужская губа – рыбохозяйственный водный объект высшей категории. Запасы промысловых рыб в значительной степени определяются условиями их обитания, в том числе биотической составляющей.

За двадцатилетний период, включавший годы строительства и эксплуатации МТП Усть-Луга, произошли значительные изменения в биоте Лужской губы, обусловленные как естественными, так и техногенными причинами.

Цель исследований – дать характеристику планктонных и донных сообществ в Лужской губе в сравнительном аспекте за двадцатилетний период.

Представлены данные по фитопланктону, характеризующему первичную продуктивность водоема, зоопланктону и зообентосу, формирующих кормовую базу мирных видов рыб, составляющих основную часть уловов в восточной части Финского залива, за последние двадцать лет.

Отбор и камеральная обработка гидробиологического материала выполнена по общепринятым методикам с использованием стандартного оборудования.

Фитопланктон. До активного строительства порта в июне-августе 1994-2001 гг. [1] основу фитопланктона обеспечивали цианобактерии, из которых по биомассе доминировали *Limnothrix planctonica*, *Planktothrix agardhii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nodularia spumigena, Woronichinia compacta*. В отдельные годы биомассу формировали также зеленые, динофитовые и диатомовые водоросли. Численность фитопланктона варьировала от 2 до 67 млн.кл./л (в среднем 25,44 млн.кл./л), биомасса – от 0,09 до 4,31 г/м^3 (в среднем 0,65 г/м^3).

В 2006-2010 гг. в районе строительства порта Усть-Луга биомассу фитопланктона в мае-начале июня определяли обычные для соответствующего сезона диатомовые, динофитовые, в августе-сентябре – цианобактерии и диатомовые [2]. Исключение составила вспышка вегетации (более 1 млн.кл./л) в июне 2007 г. видов-показателей органического загрязнения – эвгленовых *Eutreptiella spp*. и диатомеи *Cylindrotheca closterium*, а также в августе 2008 и 2010 гг. показателя эвтрофных условий диатомей *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros minima*, что, вероятно, было результатом попадания в толщу воды при дноуглубительных работах илистого грунта с высоким содержанием органических веществ. Биомасса августовского фитопланктона при колебании от 0,61 до 2,38 г/м^3 в среднем составила 1,25 г/м^3, что в 2 раза превысило среднюю летнюю биомассу фитопланктона до начала строительства порта.

В августе 2018 г. фон фитопланктона определяли нитчатые цианобактерии и диатомовые (биомасса). Доминанты фитопланктона были характерны для фитопланктонных сообществ как Лужской губы, так и восточной части Финского залива в соответствующем сезоне, чаще других доминировали *Oscillatoriales gen. spp.*, *Pseudanabaena spp., P. agardhii* и *Aph. flos-aquae.* В районе проведения дноуглубления, как и в июне 2007 г., по биомассе доминировали диатомовые за счет вегетации *C. closterium*.

Численность фитопланктона варьировала от 8,53 до 34,40 млн.кл./л (в среднем 26 млн. кл./л). Величина средней биомассы 1,27 г/м^3 и диапазон ее колебания (0,96-1,98 г/м^3) не вышли за пределы соответствующих многолетних данных 2006-2010 гг. В то же время отмечался рост биомассы фитопланктона по сравнению с началом 2000-х гг., что было обусловлено локальным увеличением трофии губы на фоне многолетней гидротехнической деятельности (дноуглубление) в ее акватории.

Зоопланктон, согласно результатам исследований, выполненных с конца 1990-х гг. до настоящего времени, включает около 200 видов. Максимальное число видов (145) отмечалось до 2000 г., в последующие годы их число не превышало 70 (в августе 2018 г. – 43 вида). Обеднение видового состава произошло за счет сокращения числа видов коловраток, преимущественно беспанцирных (рр. *Polyarthra*, *Conochilus* и др.), и кладоцер-фильтраторов.

В 1994-1997 гг. (до начала строительства порта) численность зоопланктона варьировала по участкам губы от 7,46 до 532,72 тыс.экз./м^3, а биомасса – от 0,04 до 3,82 г/м^3 при максимальных значениях в южной части губы.

В последующие годы (в период строительства и эксплуатации порта) в среднем за вегетационный сезон биомасса составляла от 0,20 до 0,92 г/м^3.

Показатели средней численности и биомассы зоопланктона в августе 2018 г. как на акватории порта (292,87 тыс.экз./м^3 и 1,29 г/м^3) и отвала грунта (132,98 тыс.экз./м^3 и 0,41 г/м^3), так и на прилегающих акваториях (129,05 тыс.экз./м^3 и 0,42 г/м^3) были сравнительно высокими. Средняя для района исследования численность составила 195,36 тыс.экз./м^3, средняя биомасса – 0,77 г/м^3. По численности преобладали панцирные коловратки и копеподы, по биомассе – копеподы при низкой доле кладоцер.

До настоящего времени южный район Лужской губы характеризуется наибольшей продуктивностью зоопланктона (в августе 2018 г. – до 3,0 г/м^3).

На техногенный пресс зоопланктонной сообщество ответило обеднением видового состава и определенной структурной перестройкой, при которой, несмотря на значительные локальные флуктуации численности, сохраняется достаточно высокий уровень его биомассы.

Зообентос Лужской губы в конце 1990-х гг. включал около 50 таксонов беспозвоночных, из них практически половина – личинки хирономид, шестая часть видов – ракообразные. По частоте встречаемости выделялись *Macoma baltica, Saduria entomon, Procladius ferrugineus* и *Chironomus plumosus*.

В августе 2018 г. в макрозообентосе было обнаружено 19 видов. Донная фауна была представлена солоноватоводными видами. Полихеты *Marenzelleria sp.* имели 100%-ную встречаемость, амфиподы *Corophium volutator* и двустворчатые моллюски *Limecola balthica* – свыше 80%.

В конце 1990-х гг. зообентос характеризовался невысокими количественными показателями, особенно в северной части губы, где в среднем за сезон численность составляла лишь 67 экз./м^2, биомасса – 0,11 г/м^2. Вдоль западного берега указанные показатели составляли 705 экз./м^2 и 1,20 г/м^2, в южной и юго-восточной части губы – 650 экз./м^2 и 3,70 г/м^2 соответственно. Наиболее богатым зообентос был в центральной части губы, где средняя за сезон численность составляла 800 экз./м^2, биомасса – 28,20 г/м^2 при максимальных значениях 1000 экз./м^2 и 140 г/м^2 соответственно.

В 2000-2010-е гг. на акватории Лужской губы произошло значительное обеднение донных сообществ. Особенно заметные изменения наблюдались в южной и юго-восточной частях губы, где бентос отсутствовал на значительных по площади участках. На большей части Лужской губы произошло снижение биомассы моллюсков и личинок хирономид.

В последние годы наблюдается тенденция повышения количественных показателей мягкого бентоса за счет повсеместного распространения солоноватоводных видов полихет рода *Marenzelleria* с коротким жизненным циклом и устойчивых к повышенной мутности.

В августе 2018 г. численность и биомасса зообентоса изменялись в широком диапазоне значений: 480–4300 экз./м^2 и 0,40–112,66 г/м^2 соответственно, в среднем составив 2810 экз./м^2 и 33,20 г/м^2. Запасы кормового бентоса по классификации, принятой в рыбохозяйственной науке [3], в среднем достигали категории «весьма высококормный» (15,98 г/м^2). В целом отмеченные в 2018 г. значения биомассы были сопоставимы со значениями данного показателя в первой половине XIX в., когда биомасса достигала на отдельных станциях 100 г/м^2 [4].

Таким образом, полученные за 20-летний период данные по структурным и количественным показателям гидробионтов в Лужской губе в первую очередь свидетельствуют о влиянии на их сезонную и межгодовую динамику природных факторов. Локальные изменения видового разнообразия, структуры доминантов и/или численности и биомассы гидробионтов,

обусловленные воздействием гидротехнических работ, носят преимущественно временный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Терешенкова Т.В.* Сравнительная характеристика летнего фитопланктона Выборгского залива, Лужской и Копорской губ, пролива Бъеркезунд и Мелководного района восточной части Финского залива. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 2006. Вып.331, том 1. – С. 37-85.
2. *Кийко О.А., Ланге Е.К., Усенков С. М., Стогов И.А.* Оценка качества вод и состояния донных отложений Лужской губы Финского залива в районе строительства МТП «Усть-Луга» // XII Междунар. эколог. форум «День Балтийского моря» (Санкт-Петербург, 21-23 марта 2011 г.): Сб. тез. – СПб.: Макси-Принт, 2011.– С. 68–70.
3. *Кудерский Л.А.* Количественный учет донной фауны восточной части Финского залива Балтийского моря – Сб.научн.тр.ГосНИОРХ.– 1982.– Вып.192.– С.78–93.
4. *Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров В.В., Савватеева Е.Б., Слазкин А.А.* Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 205–228.

Краткая информация об авторах

Суслопарова Ольга Николаевна, к.б.н**.**
Консультант
Специализация: фауна водных беспозвоночных, гидробиология, оценка воздействия на водные биоресурсы.
E-mail: olga-susloparova@mail.ru

Ланге Евгения Кирилловна
Научный сотрудник лаборатории морской экологии
Специализация: фитопланктон, альгология, гидробиология
E-mail: evlange@gmail.com

Зуев Юрий Алексеевич, к.б.н**.**
Старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии и оценки воздействия на водные биоресурсы
Специализация: зообентос, гидробиолог
E-mail: zuyev@niorh.ru

Вантякшев Василий Владимирович
Инженер-эколог
Специализация: экология

O.N. Susloparova[1], E.K. Lange[2], U.A. Zuyev[3], V.V. Vantyakshev[4]

BIOTIC CONDITIONS OF FISH POPULATION DURING CONSTRUCTION AND OPERATION OF UST-LUGA PORT IN LUGA BAY OF GULF OF FINLAND

[1] Ltd. Creative technologies, Russia, 195196, St. Petersburg, Tallinskaya st., 7
E-mail: olga-susloparova@mail.ru

[2] Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences
Russia, 117997, Moscow, Nahimovskiy prospekt, 36

[3] St. Petersburg brunch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries)
Russia, 199053, St. Petersburg, Makarova Emb., 26

[4] Ltd. Analytical center Eco-Expert, Russia, 123242, Moscow, Bolshaya Gruzinskaya St., 14

Long-term data on phytoplakton, zooplankton and zoobethos, which form the biotic conditions for fish in the Luga Bay of the Gulf of Finland, including during the construction and operation period of Ust-Luga Port, have been presented. The data on the structural and quantitative indicators of hydrobionts acquired in 20 years in the Luga Bay, first of all shows the influence of natural factors on their seasonal and interannual dynamics. Local variations in the species diversity, the composition of the dominant species and/or their abundance and biomass of the hydrobionts, influnced by the hydro-technical construction works, are predominantly temporary.

Keywords: Gulf of Finland; Luga Bay; phytoplankton; zooplankton; zoobenthos; quantitative indicators.

Brief information about the authors

Susloparova O.N.
Consultant
Area of expertise: aquatic invertebrate fauna, hydrobiology, assessment of impacts on aquatic biological resources
E-mail: olga-susloparova@mail.ru

Lange E.K.
Researcher
Area of expertise: phytoplankton, algology, hydrobiology
E-mail: evlange@gmail.com

Zuyev U.A.
Senior researcher

Area of expertise: zoobenthos, hydrobiology
E-mail: zuyev@niorh.ru

Vantyakshev V.V.
Environmental engineer
Area of expertise: ecology

Улучшение управления промышленными сточными водами в регионе Балтийского моря с акцентом на Россию / Improved management of industrial waste waters in the Baltic Sea region with focus on Russia. Expert seminar by project best – better efficiency for industrial sewage treatment

УДК 502.628

С.П. Зубрилов, Н.В. Растрыгин

О НЕОБХОДИМОСТИ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова»
Россия, 198035, Санкт-Петербург, ул. Двинская 5/7,
rastryginnv@gumrf.ru

В работе будет рассмотрена необходимость мониторинга поверхностных водных объектов на содержание микрозагрязнителей. Предлагаются кавитационные методы очистки вод от ксенобиотиков.

Ключевые слова: микрозагрязнители; мониторинг; вода; кавитация; очистка стоков.

Институт водных проблем РАН в рамках гранта РФФИ с 2014 г. ведет совместно с другими организациями комплексное исследование динамики экологического состояния экосистем практически всех крупных рек России и загрязнения их ксенобиотиками. Выявлена повсеместная тенденция к сдвигу состояния рек от «естественного», «равновесного» до «кризисного» и «критического». Наблюдается ухудшение водного фактора в формировании здоровья человека [2,3]. Исследования проводятся в соответствии с традиционным санитарно-гигиеническим подходом, без учета комбинированного кумулятивного (синергетического) действия различных веществ, особенно микрозагрязнителей. В Евросоюзе выполнен комплексный анализ 10000 микрозагрязнителей и утвержден список из 432 веществ, недопустимых в питьевой воде, вызывающих поражение эндокринной системы человека. По данным АОС США 41млн. жителей США получают питьевую воду с ксенобиотиками. Действие последних можно определить таким понятием как синдром

множественной химической чувствительности. Микрозагрязнители (ксенобиотики) являются результатом бесконтрольного роста выпуска и использования химической продукции. Они обладают концерогенным, мутогенным, иммунно и психотоксичным, эмбрионотоксичным действиями [2,3,5,11]. Наибольший вклад в загрязнение водных объектов ксенобиотиками вносят городские сточные воды. Существующие технологии не в состоянии обеспечить необходимую степень очистки от микрозагрязнителей, так как большинство из них, находясь в тонкодиспергированном и растворенном состояниях, являются «биологически жесткими» веществами. Применение реагентов (коагулянтов, флокулянтов, окислителей, сорбентов и т.д.) приводит к вторичному загрязнению водных объектов. Современные технологии очистки сточных вод являются источниками микрозагрязнителей [5]. На наш взгляд снижение поступления микрозагрязнителей может быть обеспечено за счет внедрения на станциях водоподготовки и очистки сточных вод безреагентных технологий. Наиболее перспективной представляется ультразвуковая обработка воды, обладающая синергетическим действием. Она может осуществляться в двух режимах: безкавитационном и кавитационном. [1,5,4,6,7,8]. В первом случае при прохождении звуковой волны с частотой 22 кГц через слой загрязненной воды при мощности излучения около 50 Вт/см^2 нерастворенные частицы получают достаточно энергии для преодоления потенциального барьера, не позволяющего им сближаться, в результате наблюдается эффект коагуляции. Этим объясняется интенсификация процессов седиментации. Кроме того, установлено, что ультразвуковая обработка в безкавитационном режиме способствует более быстрому и эффективному перемешиванию растворов реагентов (в том числе, коагулянтов), и таким образом, позволяет сократить их рабочие дозы [6].

В настоящее время можно утверждать, что ультразвуковая обработка загрязненных вод в процессе их очистки может быть использована с целью коагулирования и флотации нерастворенных примесей, деструкции органических веществ и обеззараживания. Повысить эффект обеззараживания воды можно путем сочетания ультрафиолетового облучения с ультразвоковой обработкой. [9].

На основании вышесказанного мониторинг водных объектов на содержание микрозагрязнителей является насущной задачей общей системы экологического мониторинга. Это необходимо в первую очередь с целью обоснованной модернизации водопроводных и канализационных очистных сооружений. Но прежде, чем организовывать такую систему мониторинга водных объектов, следует установить перечень приоритетных микрозагрязнителей, подлежащих обязательному контролю, и разработать соответствующую программу мониторинга. Так же необходимо создать банк математических моделей переноса загрязняющих веществ в водных объектах, позволяющих учитывать все возможные пути и источники поступления этих веществ [10]. Реализация названных мероприятий позволит получить достаточную информационно-справочную базу для принятия взвешенных корректных решений по улучшению экологической ситуации в водных объектах и, в конечном итоге, позволит создать реально функционирующую комплексную систему управления качеством водных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев А. В., Гривнин Ю. А., Зубрилов А. С., Зубрилов С. П.* Динамика и структура кавитационной области при воздействии ультразвука // Журнал физической химии. - 1996. - т.70. - №5. - С. 897-900.

2. *Баренбойм Г. М., Чиганова М. А.* Загрязнение природных вод лекарствами, монография. М.: Наука, 2015. – 285 с.
3. *Данилов-Данильян В. И. и др.* Определение новых типов ксенобиотиков с лекарственной активностью в источниках водоснабжения города Москвы. // Ж. Водоснабжение и санитарная техника, 2013. - №10. - С. 17-25.
4. *Десятов А. В. и др.* Исследование возможности обеззараживания воды воздействием холодной плазмы при кавитации в высокоскоростных потоках. // Ж. Вода: химия и экология, 2015. - №9. – С. 96-104.
5. *Зубрилов С. П.* Микрозагрязнители в питьевой воде городов. Безреагентная очистка воды, монография. - СПб. - ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2018. – 163 с.
6. *Кулагин В. А.* Методы и средства технологической обработки многокомпонентных сред с использованием эффектов кавитации. Дисс.док.техн.наук. Красноярск. СФУ 2004. – 380 с.
7. *Растрыгин Н. В.* Применение в судовой энергетической установке ультразвуковой кавитации для очистки нефтесодержащих вод. Дисс. канд. техн. наук: – СПб. - СПГУВК 1997. – 138 с.
8. *Растрыгин Н. В.* Процессы сжатия кавитационного пузырька и термического окисления эмульгированных в воде нефтепродуктов. // Экология. Охрана окружающей среды. Безопасность жизнедеятельности. - Сб. - научн. тр. – СПб. - СПГУВК, - 1999. С. 80-82.
9. *Ульянов А. Н.* Технология «Лазурь» – новый шаг в обеззараживании воды и стоков. // Ж. Вода: химия и экология. 2009. - №3. – С.54-62.
10. *Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации, монография. – Тольятти. ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
11. *Эльпинер Л. И.* Медико-экологические аспекты современной гидрогеологии. // Журнал. Вода: химия и экология. - 2016. - №1. – С.9-16.

Краткая информация об авторах

Зубрилов Сергей Павлович, д.т.н., профессор
профессор кафедры ОВР и БЖГУМРФ им.адм. С.О. Макарова
E-mail: zubrilovsergei@yandex.ru

Растрыгин Николай Васильевич, к.т.н., доцент
Заведующий кафедрой ОВР и БЖ ГУМРФ им.адм. С.О. Макарова
E-mail: rastryginnv@gumrf.ru

S.P. Zubrilov, N.V. Rastyrygin

ON THE NECESSITY OF MONITORING OF SURFACE WATER OBJECTS ON THE CONTENT OF MICRO-POLLUTANTS

The Federal State Financed Educational Institution of Higher Professional Education "Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping", Russia, 198035, St. Petersburg, Dvinskaya 5/7, rastryginnv@gumrf.ru

The work will consider the need to monitor surface water objects for the maintenance of micro-pollutants. The cavitational methods of water cleaning from xenobiotics have been proposed.

Keywords: micro-pollutants; monitoring; water; cavitation; wastewater treatment.

Since 2014, the Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, in the framework of the RFBR grant, has been conducting, together with other organizations, a comprehensive study of the dynamics of the ecological ecosystem status for major rivers in Russia and their pollution by xenobiotics. An ubiquitous tendency to a shift in the state of rivers from "natural", "equilibrium" to "crisis" and "critical" has been revealed. The deterioration of the water factor in the formation of human health was observed [2, 3]. Research is conducted in accordance with the traditional sanitary and hygienic approach, without taking into account the combined cumulative (synergistic) effect of various substances, especially micro-pollutants. In the European Union, a comprehensive analysis of 10,000 micro-pollutants was carried out and a list of 432 substances that are unacceptable in drinking water and causing damage to the human endocrine system was approved. According to the AOC of the United States, 41 million US citizens receive drinking water with xenobiotics. The effect of the latter can be defined by such a concept as the syndrome of chemical multiple sensitivity. Micro-pollutants (xenobiotics) are the result of an uncontrolled increase in the production and use of chemical products. They have a carcinogenic, mutagenic, immuno-and psychotoxic, embryonic-toxic effects [2,3,5,11]. The greatest contribution to the pollution of water objects with xenobiotics is made by urban wastewater. Existing technologies are not able to provide the necessary degree of purification from micro-pollutants, since most of them, being in a finely dispersed and dissolved state, are "biologically harsh" substances. The use of reagents (coagulants, flocculants, oxidizing agents, sorbents, etc.) leads to secondary pollution of water objects. Modern wastewater treatment technologies are sources of micro-pollutants [5].

In our view, the decrease in the xenobiotic pollution can be obtained by introducing reagent-free technologies at the water/wastewater treatment plants. The most promising is ultrasonic water treatment, which has a synergistic effect. It can be carried out in two modes: non-cavitation and cavitation [1,5,4,6,7,8]. In the first case, when a sound wave with a frequency of 22 kHz passes through a layer of polluted water at a radiation power of about 50 W/cm^2, undissolved particles receive enough energy to overcome a potential barrier that prevents them from moving closer, resulting in a coagulation effect. This explains the intensification of the processes of sedimentation. In addition, it has been found that ultrasonic processing in the non-cavitation mode promotes faster and more efficient mixing of reagent solutions (including coagulants), and thus, reduces their

working doses [6].

At present, it can be argued that the ultrasonic treatment of polluted waters in the process of their purification can be used for the purpose of coagulation and flotation of undissolved impurities, destruction of organic substances and disinfection. To enhance the effect of water disinfection a combining ultraviolet radiation with ultrasound treatment can be employed. [9]

Based on the above, monitoring of water objects on the maintenance of micro-pollutants is an urgent task of the overall environmental monitoring system. This is primarily necessary in order to justify the modernization of water/wastewater treatment plants. But before organizing such a monitoring system for water objects, a list of priority micro-pollutants subject to mandatory control should be established and an appropriate monitoring program should be developed. It is also necessary to create a bank of mathematical models for the transport of pollutants in water objects, allowing to take into account all possible routes and sources of input of these substances [10]. The implementation of these activities will provide a sufficient information and reference base for making informed correct decisions to improve the environmental situation in water objects and, ultimately, will allow the creation of a truly functioning integrated system of water quality management.

REFERENCES

1. *Afanasyev A. V., Grivnin Yu. A., Zubrilov A. S., Zubrilov S. P*. Dynamics and structure of the cavitation region when exposed to ultrasound. // Journal of physical chemistry. - 1996. v.70. №5. p. 897-900.
2. *Barenboim G. M., Chiganova M. A*. Pollution of natural waters with drugs. M., Science., 2015. – 285p.
3. *Danilov-Danilyan V. I.* et al. Determination of new types of xenobiotics with medicinal activity in water sources of the city of Moscow. // J. Water supply and sanitary equipment. 2013. №10. p. 17-25.
4. *Desyatov A. V*. et al. Investigation of the possibility of disinfecting water by exposure to cold plasma upon cavitation in high-speed flows. // Journal “Water: chemistry and ecology”. 2015. №9. p. 96-104.
5. *Zubrilov S. P*. Micro-pollutants in the drinking water of cities. Reagent-free water purification: monograph.- SPb .: Publishing house of Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, 2018. – 163p.
6. *Kulagin V. A*. Techniques and tools for processing multi-component media using cavitation effects. Doctoral Thesis. Krasnoyarsk. SFU 2004. 380p.
7. *Rastrygin N. V*. Use of ultrasonic cavitation for cleaning oil-containing waters in the ship power installation. PhD Thesis - SPb.: Makarov SUMIS 1997. p.138
8. *Rastrygin N. V*. The processes of compression of the cavitation bubble and thermal oxidation of emulsified oil products in water. Ecology. Environmental protection. Life Safety. SPb.: Makarov SUMIS, 1999, p. 80-82.
9. *Ulyanov A. N*., Technology azure is a new step in the disinfection of water and drains. Journal “Water: chemistry and ecology”, 2009. №3. - p.54-62.
10. *Shitikov V. K., Rosenberg G. S., Zinchenko T. D*. Quantitative hydroecology: methods of system identification. - Tolyatti: IEVB RAS, 2003. - 463 p.

11. *Elpiner L. I.* Medico-ecological aspects of modern hydrogeology. // Journal “Water: chemistry and ecology”. 2016. №1. p.9-16.

Brief information about the authors

Sergey Zubrilov, Doctor of Technical Sciences, Professor
professor of the Department of OVR and BZHGUMRF them. C.O. Makarova
E-mail: zubrilovsergei@yandex.ru

Rastrygin Nikolay Vasilyevich, Ph.D., associate professor
Head of the Department of OVR and BZ GUMRF im.adm. C.O. Makarova
E-mail: rastryginnv@gumrf.ru

УДК 502/504:338.2:547.992

А.Б. Дягилева, А.И. Смирнова, Е.И. Шатова

РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ВТОРИЧНЫХ ВОСПРОИЗВОДИМЫХ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики
Россия,198095, Санкт – Петербург, ул. Ивана Черных, д. 4
E-mail: abdiag@mail.ru, smirnova_nasty87@mail.ru

Показана связь проблемы управления качеством окружающей среды с технологиями по утилизации отходов в виде лигнинсодержащих компонентов, которые образуются при различных видах хозяйственной деятельности. Ряд технологических решений рекомендованы для обслуживания грунтовых дорог, территорий после пожара, для рекультивации свалок и урбанизированных територий.

Ключевые слова: управление качеством окружающей среды; лигнин; экологический менеджмент, лигногуминовые вещества; природно-территориальные комплексы (ПТК).

Система управления качеством окружающей среды является важной комплексной задачей, направленной на решение социально-экономических, технологических проблем устойчивого развития регионов. Важным звеном в системе управления ПТК является природно-ресурсный потенциал территорий, который обеспечивает соответствующую эффективность экономического развития. Механизм управления этим звеном базируется на системном под-

ходе и предполагает использование принципов функционирования природных экосистем. Существующая система экологического менеджмента [8] сегодня номинально внедрена на большинстве промышленных предприятиях, однако накопленный совокупный ущерб ПТК от предыдущей хозяйственной деятельности свидетельствует обратное. Следует отметить, что сам этот стандарт не включает требования корреляции с другими системами управления, такими как менеджмент качества [9], безопасность труда и здоровья. Очевидно, что современный запрос общества на качество, как среды обитания, так и пищевой продукции, а также на удовлетворение социальных потребностей в сфере экологической и промышленной безопасности подразумевает изменения системы управления ПТК. Если управление качеством продуктов предусматривает процессный подход, который отработан для отдельных организаций, то при обеспечении качества окружающей среды ПТК, где происходит трансформация первичного сырья во вторичные ресурсы, так называемые «отходы», комплексным управлением территорий никто не занимается. В связи с этим имеем логичный результат – формирование свалок-полигонов и шламонакопителей. Особо яркими примерами отсутствия комплексного управления ПТК являются ситуации вокруг Байкала и Ладожского озера. Причем «виновником» накопления экологического ущерба в этих зонах считают лигнин и его производные формы, которые в реальности являются компонентами природного происхождения.

Лигнин на современном этапе развития нашей планеты остается одним из самых распространённых полимеров [3] и играет важную роль в круговороте углерода [2]. Общее снижения качества окружающей среды в ПТК сопряжена с отсутствием управления дефицита органики в виде лигнина, который в режиме интенсивной эксплуатации территорий не выполняет свои экологические функции при регулировании геохимических процессов, особенно в зонах с высокой степенью экологической нагрузки. Лигногуминовые вещества, например, в виде осадков водоочистных станций, в лучшем случае размещают на полигонах как отход, хотя они могут являться ценным сырьем для рекультивации зон с накопленным экологическим ущербом.

Информация о существующих способах целевого использования лигнина [1] показывает, какие дивиденды можно получить при правильно выстроенной совместной системе комплексного управления ресурсами, продуктами и качеством окружающей среды ПТК. Отсутствие единой системы управления приводит к потере как дополнительного эффективного топлива, так и целевых продуктов, например, активированных углей. Производные лигнина применимы для снижения вязкости глинистых растворов, используемых в ходе бурения скважин, на основе этих веществ могут быть получены органоминеральные удобрения, которые способны эффективно регулировать биопродуктивность различных почв, а также снижать подвижность металлов в почвенных водах. По данным исследователей установлено, что лигнины растений практически безвредны для живых организмов и в ряде случаев используются как лечебные компоненты в медицинской практике [4,5]. Лигногуминовые вещества и продукты перерабоки биомассы древесины являются безопасными и эффективными реагентами для обработки автомагистралей с целью удержания и снижения подвижности тяжелых металлов, а также могут быть использованы в качестве пылеподавителей [6, 7]. Они также подходять для регулярного обслуживания грунтовых дорог, территорий после пожара, для рекультивации свалок и реагентов для снижения концентрации пыли в зоне проведении работ по сносу и реконструкции зданий.

ЛИТЕРАТУРА

Статьи из журналов и сборников:

1. *Дейнеко И.П.* Утилизация лигнинов: достижения проблемы и перспективы // Химия растительного сырья. 2012. №1 С. 5-20.
2. *T. Tuomela, M. Vikman, A.Hatakka, ets.*, Biodegradation of lignin in a compost environment: a review // Bioresource Technology 72 (2000) P.169-183.

Монографии:

3. *Гелес И.С.* Древесное сырье – стратегическая основа и резерв цивилизации. Петрозаводск КНЦ РАН. 2007. 500 с.
4. *Леванова В.П.* Лечебный лигнин. СПб.: Центр сорбционных технологий. 1992г.
5. *Lignin*: Historical, biological and material perspectives / eds. By W.G. Glasser, R.A. Northey. Washington, 1999. 576p.

Патенты:

6. Патент 2658907 RU

Материалы конференций:

7. *А.Б. Дягилева и др.*/ Сб. мат. XVIII Междунар. экологического Форума «День Балтийского моря» Изд. ООО «свое издательство» СПб, 2017. С. 86-89.

Интернет-документы**:**

8. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 http://docs.cntd.ru/document/1200134681
9. ГОСТ Р ИСО 9001- 2008 http://docs.cntd.ru/document/1200068732

Краткая информация об авторах

Дягилева Алла Борисовна, д.х.н., профессор

Профессор кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов ВШТЭ

Специализация: энергоресурсосбережение, физико-химическая очистка сточных вод, производственный экологический контроль и природоохранная деятельность.

Смирнова Анастасия Игоревна, к.х.н., доцент

Старший преподаватель кафедры физической и коллоидной химии ВШТЭ.

Специализация: энергоресурсосбережение, физико-химическая очистка сточных вод, производственный экологический контроль и природоохранная деятельность.

Шатова Екатерина Игоревна

Магистр ВШТЭ по направлению подготовки «Техносферная безопасность».

Специализация: защита окружающей среды территориально-производственных комплексов.

UDC 502/504:338.2:547.992

A.B. Dyagileva, A. I. Smirnova, E. I. Shatova

DEVELOPMENT OF COMPLEX TECHNOLOGIES FOR ENVIRONMENTAL QUALITY MANAGEMENT USING SECONDARY REPRODUCIBLE LIGNIN-CONTAINING NATURAL RESOURCES

Saint-Petersburg state University industrial technology and design,
Higher school of technology and energy
Russia, 198095, Saint - Petersburg, Ivana Chernykh St, 4
E-mail: abdiag@mail.ru, smirnova_nasty87@mail.ru

The connection of the problem of environmental quality management with technologies for waste disposal in the form of lignin-containing components that are formed in various types of economic activity is shown. A number of technological solutions are recommended for maintenance of unpaved roads, areas after a fire, for reclamation of landfills and urban areas.

Keywords: environmental quality management; lignin; environmental management, lignohumin substances; natural-territorial complexes (NTC).

Environmental quality management system is an important complex task aimed at solving socio-economic, technological problems of sustainable development of regions. An important link in the NTC management system is the natural resource potential of the territories, which ensures the appropriate efficiency of economic development. The mechanism of management of this link is based on a systematic approach and involves the use of the principles of functioning of natural ecosystems. The existing system of environmental management [8] is nominally implemented at most industrial enterprises, but the accumulated total damage to the NTC from previous economic activities indicates the opposite. It should be noted that this standard itself does not include the requirements of correlation with other management systems, such as quality management [9], occupational safety and health. It is obvious that the modern demand of society for the quality of both habitat and food products, as well as for the satisfaction of social needs in the field of environmental and industrial safety implies changes in the control system of the NTC. If the quality management of products provides for a process approach, which is worked out for individual organizations, while ensuring the quality of the environment of the PTC, where the transformation of primary raw materials into secondary resources, the so-called “waste”, the integrated management of territories is not engaged. In this regard, we have a logical result-the formation of landfills and sludge collectors. The situations around lake Baikal and lake Ladoga are particularly striking examples of the lack of integrated NTC management. Moreover, the “culprit” of the accumulation of environmental damage in these zones is considered lignin and its derivatives, which in reality are components of natural origin.

Lignin at the present stage of development of our planet remains one of the most common polymers [3] and plays an important role in the carbon cycle [2]. The General decrease in environmental quality in the NTC is associated with the lack of management of organic deficiency in the form of lignin, which in the mode of intensive operation of territories does not perform its environmental functions

in the regulation of geochemical processes, especially in areas with a high degree of environmental stress. Lignohumin substances, for example, in the form of sludge from water treatment plants, are at best placed in landfills as waste, although they can be a valuable raw material for the remediation of areas with accumulated environmental damage.

Information on the existing methods of targeted use of lignin [1] shows what dividends can be obtained with a properly structured joint system of integrated management of resources, products and environmental quality of the PTC. The lack of a unified management system results in the loss of both additional efficient fuel and targeted products, such as activated carbon. Lignin derivatives are used to reduce the viscosity of clay solutions used in the drilling of wells, on the basis of these substances can be obtained organomineral fertilizers that can effectively regulate the bio-productivity of various soils, as well as reduce the mobility of metals in soil waters. According to the researchers found that plant lignins are practically harmless to living organisms and in some cases are used as therapeutic components in medical practice [4,5]. Lignohumin substances and products wood biomass processing are safe and effective reagents for highway treatment in order to retain and reduce the mobility of heavy metals, and can also be used as dust suppressors [6, 7]. They are also suitable for regular maintenance of dirt roads, areas after a fire, for the reclamation of landfills and reagents to reduce the concentration of dust in the area of demolition and reconstruction of buildings.

REFERENCES

Articles from magazines and collections:

1. *T. Tuomela, M. Vikman, A. Hatakka, ets*., Biodegradation of lignin in a compost environment: a review // Bioresource Technology 72 (2000) P. 169-183.
2. *Deineko I. P.* Utilization of lignins: achievements problems and prospects // Chemistry of vegetable raw materials. 2012. No. 1, Pp. 5-20.

Monographs:

3. *Geles, I. S.* Wood raw materials strategic framework and the provision of civilization. Petrozavodsk, Karelian research centre, RAS. 2007. 500 PP.
4. *Levanova V. P.* Therapeutic lignin. SPb.: Center of sorption technologies. 1992.
5. *Lignin*: Historical, biological and material perspectives / eds. By W. G. Glasser, R. A. Northey. Washington, 1999. 576p.

Patents:

6. Patent 2658907 RU

Conference proceedings:

7. *A. B. Dyagileva, A. A. Vakhrusheva, N. Yu. Kalinchikov*. New solutions in the use of rain water treatment at the organization sustainable development of the territory / SB. Mat. XVIII international. environmental Forum “day of the Baltic sea” Ed. LLC “svoi publishing house” SPb, 2017. P. 86-89.

Online documents:

8. GOST R ISO 14001-2016 http://docs.cntd.ru/document/1200134681
9. GOST R ISO 9001- 2008 http://docs.cntd.ru/document/1200068732

Brief information about the authors

Dyagileva Alla Borisovna, doctor of chemistry, professor of the Department of environmental protection and rational use of natural resources
Specialization: energy saving, physical and chemical wastewater treatment, industrial environmental control and environmental activities.
E-mail: abdiag@mail.ru, +79219158923

Smirnova Anastasia Igorevna, Ph. D.
Senior lecturer of the Department of physical and colloid chemistry.
Specialization: energy saving, physical and chemical wastewater treatment, industrial environmental control and environmental activities.
E-mail: smirnova_nasty87@mail.ru; +79117855798

Shatova Ekaterina Igorevna
The master in the field of "Technosphere safety".
Specialization: environmental protection of territorial-industrial complexes.
E-mail: ket1597@yandex.ru ; +79119554993

УДК 551.46

Е.П. Истомин[1], В.М. Абрамов[1*], А.Г. Соколов, Н.Н. Попов[1], В.А. Голосовская[1], Е.А. Бровкина[1], И.Е. Истомин[2], К. Шмулиус[3], М. Урбан[3]

МЕЖДУНАРОДНАЯ КООПЕРАЦИЯ В ОБЛАСТИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет»
Россия, 195196, Санкт-Петербург, Воронежская ул., 79
[*]E-mail: val.abramov@mail.ru

[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Россия, 1951251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29

[3]Friedrich-Schiller University
07737, Fürstengraben, Jena, Germany

Полезным инструментом решения проблем Балтийского моря является международная кооперация в области высшего образования, в первую очередь, в рамках учебных дисциплин по управлению природными рисками в условиях изменения климата. Основным направлением международной кооперации в рассматриваемой области является гармонизация магистерских программ в университетах прибалтийских стран. Планирование и реализация рассматриваемых задач гармонизации основано на использовании инновационных технологий поддержки принятия решений в рамках геоинформационного менеджмента территорий, в данном случае прибрежных зон, включая вопросы морского планирования. Излагаются обладающие существенной новизной результаты исследований по разработке таких технологий, выполненных за последние годы в Институте информационных систем и геотехнологий Российского государственного гидрометеорологического университета (ИИСиГТ РГГМУ). Платформа https://www.researchgate.net/profile/Valery_Abramov2 использована в качестве инструмента научной коммуникации.

Ключевые слова: международная кооперация; управление природными рисками; геоинформационные технологии; морское планирование; адаптация к изменениям климата.

В последние десятилетия в балтийском регионе планируются и осуществляются крупнейшие морские инфраструктурные проекты [6, 7]. Для успешной реализации подобных проектов и нахождения консенсуса по конфликтным вопросам важным аспектом является международная кооперация в рамках высшего образования в области дисциплин по управлению природными рисками в условиях изменения климата на основе инновационных технологий поддержки принятия решений с использованием базовых принципов геоинформационного менеджмента территорий [10, 11], в данном случае прибрежных зон, включая вопросы морского планирования. Основным направлением международной кооперации в рассматриваемой области является гармонизация магистерских программ в университетах прибалтийских стран.

Целью исследований является разработка вопросов международной кооперации между прибалтийскими университетами в целях гармонизации магистерских программ в области управления природными рисками в регионе Балтийского моря на основе инновационных технологий геоинформационного обеспечения морских инфраструктурных проектов в условиях изменения климата [4].

В ходе исследований использованы: теория принятия решений в условиях неопределенности, основные положения риск-менеджмента, методы конструирования баз данных (БД), статистические методы обработки информации, метод математического моделирования, включая статистическое моделирование, методы дистанционного зондирования.

По результатам исследований мы отдали предпочтение сетевому принципу поиска, архивации, анализа и диссеминации геоинформационных данных, относящихся к области исследований. Сами данные представляются наборами разнородных документов, содержащие потенциально неточные сведения о различных аспектах объектов управления, включая точечные случайные объекты [2, 8], случайные процессы и случайные поля [1]. В качестве основного инструмента геоинформационного обеспечения предложен класс информационно-аналитических систем (ИАС), содержащих блоки сведений как об экономических параметрах проекта, так и о природных рисках, включая климатические риски.

Результаты исследований обладают существенной научной новизной. Их целесообразно использовать при проведении крупных морских инфраструктурных проектов с учетом основных положений интегрированного менеджмента водных ресурсов [9], менеджмента качества воздуха [1, 5]. Эти результаты могут быть использованы при составлении магистерских программ в области управления природными рисками с учетом изменения климата, гармонизированных для университетов прибалтийских стран [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамов В.М., Карлин Л.Н., Гогоберидзе Г.Г., Попов Н.Н., Бербуши С.В., Бачиев Р.И.* Метод оценки многолетней изменчивости черного углерода как энвиронментального фактора риска для морских льдов в Арктике Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - 2015, №38. - С. 164-174.
2. *Абрамов В.М., Карлин Л.Н., Овсянников А.А.* О структуре айсберговой опасности в окрестности Штокмановского газоконденсатного месторождения // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - 2008. - №8. - С.98 – 109.

3. *Абрамов В.М., Карлин Л.Н., Скобликова А.Л.* Гармонизация российских и европейских магистерских программ в области экологического туризма в рамках Болонского процесса // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - 2006. - №3. - С.172-183.
4. *Карлин Л.Н., Абрамов В.М.,* Управление энвиронментальными и экологическими рисками. - Санкт-Петербург: РГГМУ, 2013. – 332 с.- DOI: 10.13140/2.1.1978.8482
5. *Карлин Л.Н., Абрамов В.М., Гогоберидзе Г.Г., Александрова Л.В., Попов Н.Н.* К вопросу создания национальной системы контроля черного углерода в российской Арктике // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - 2014. - №36. - С.67-73.
6. *Карлин Л.Н., Абрамов В.М., Гогоберидзе Г.Г., Леднова Ю.А.* Анализ социально-экономической ситуации в арктических приморских субъектах Российской Федерации на основе индикаторной оценки морского потенциала // Ученые записки РГГМУ. - 2013, - №30. - С. 181-188.
7. *Карлин Л.Н., Абрамов В.М., Малинина Ю.В.* Оценка мультипликативных эффектов, обусловленных инвестициями в морскую деятельность России // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. - 2009. - №4. - С. 7-13.
8. *Abramov V.M., Karlin L.N., Gogoberidze G.G., Alexandrova L.V., Bournashov, A.V.* On Atlantic water inflow to Arctic ocean: Unique Argo buoy trip across Atlantic and Barents Sea / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 14, 2014. - P. 661-668.
9. *Abramov V.M., Karlin L.N., Gogoberidze G.G., Golosovskaya V.A.* On route to Integrated Water Resources Management for Russian arctic and subarctic rivers / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 14, 2014. - P. 495-501.
10. *Istomin E. P., Sokolov A. G, Abramov V. M., Gogoberidze G.G., Fokicheva A.A.* Methods for external factors assessing within geoinformation management of territories / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th, 2015. - P. 729-736.
11. *Istomin E. P., Sokolov A. G, Abramov V. M., Gogoberidze G.G., Popov N.N.* Geoinformation management as a modern approach to the management of spatially-distributed systems and territories / International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th, 2015. - P. 607-6146.

Краткая информация об авторах

Абрамов Валерий Михайлович, к. ф.-м. н, доцент.
Доцент кафедры прикладной информатики РГГМУ, директор Института Арктики и Субарктики РГГМУ
Специализация: Геоинформационное обеспечение управления природными рисками в Арктике и Субарктике.
E-mail: val.abramov@mail.ru

E.P. Istomin[1], V.M. Abramov[1*], A.G. Sokolov[1], N.N. Popov[1], V.A. Golosovskaya[1], E.A. Brovkina[1], I.E. Istomin[2], C. Schmullius[3], M. Urban[3]

INTERNATIONAL COOPERATION WITHIN HIGHER EDUCATION ON PROBLEMS OF THE BALTIC SEA

[1]Russian State Hydrometeorological University
195196 Malookhtinsky prospect 98, Saint-Petersburg, Russia
[*]E-mail: val.abramov@mail.ru
[2]Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
195251 Politekhnicheskaya ulitsa 29, Saint-Petersburg, Russia
[3]Friedrich-Schiller University
07737, Fürstengraben, Jena, Germany

International cooperation in the field of higher education is a useful tool for solving the problems of the Baltic Sea, primarily within the framework of academic disciplines on natural risk management in the context of climate change. The main direction of international cooperation in this area is the harmonization of Master's programs in the universities of the Baltic countries. Planning and implementation of the tasks of harmonization is based on the use of innovative technologies to support decision-making in the framework of geoinformation management of territories, in this case, coastal zones, including marine planning. Results of research, made in recent years in the Institute of Information Systems and Geo-technologies at Russian State Hydrometeorological University (IISGT RSHU), have the essential novelty. As a tool of scientific communication, we used platform https://www.researchgate.net/profile/Valery_Abramov2 while research.

Keywords: international cooperation; natural risk management; geoinformation technologies; marine planning; adaptation to climate change.

In recent decades, the largest marine infrastructure projects have been planned and implemented in the Baltic region [6, 7]. For the successful implementation of such projects and finding a consensus on conflict issues, an important aspect is international cooperation within higher education for natural risk management while climate change on innovative technologies basis to support decision-making using the basic principles of geoinformation management of territories [10, 11], in this case, coastal zones, including marine planning. The main direction of international cooperation in this area is the harmonization of Master's programs in the universities of the Baltic countries.

The aim of the research is to develop issues of international cooperation between the Baltic universities in order to harmonize Master's programs in the field of natural risk management in the Baltic Sea region on the basis of innovative technologies of geoinformation support of marine infrastructure projects while climate change [4].

We used while studies: the theory of decision making under uncertainty, the main provisions of the risk management, remote sensing, methods of constructing databases (DB), statistical methods of information processing and mathematical modeling, including statistical modeling.

As the results of the studies, we gave preference to the principle of a network search, archiving, analysis and dissemination of geospatial data related to the field of research. The data itself

represented by the set of heterogeneous documents that contain potentially inaccurate information on various aspects of facilities management, including point random objects [2, 8], random processes and random fields [1]. As the main tool of the GIS software proposed class of information-analytical systems (IAS) containing blocks of information as on the economic parameters of the project, and natural risks including climate risks.

The research results have significant scientific novelty. Useful for holding large marine infrastructure projects the main provisions of the integrated management of water resources [9], management of air quality [1, 5]. We plan to use these results while preparing of Master's programs in the field of natural risks management taking into account climate change, harmonized for universities of the Baltic countries [3].

While research, we used platform https://www.researchgate.net/profile/Valery_Abramov2 as a tool of scientific communication.

Brief information about the authors

Abramov V.M., Assoc. Prof., PhD
Associated Professor of Applied Informatics Department at RSHU, director of Artic and Subarctic Institute at RSHU
Area of expertise: Geo-information support for natural risks management in the Arctic and Subarctic
E-mail: val.abramov@mail.ru

УДК 551.5

И.М. Байкова, О.Н. Кострюкова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ И АКВАТОРИИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия, 191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, д.21
irinabaykova@yandex.ru

Рассмотрены результаты современного мониторинга береговой зоны и акватории Финского залива. Обсуждены проблемы развития региона в условиях изменяющейся природной среды. Разбираются вопросы, связанные с экологическими проблемами Финского залива.

Ключевые слова: глобальное изменение климата; экологические проблемы; береговая зона; акватория; Финский залив.

Прибрежные территории и морские акватории Финского залива испытывает все возрастающее антропогенное воздействие за счет интенсификации регионального хозяйствования, расширения видов природопользования (судоходства, рыболовства, строительства трубопро-

водов и др.), которое происходит на фоне глобального изменения климата и его последствий, связанных с появлением новых угроз, таких как подъем уровня Мирового океана, наводнений, штормов и других опасных явлений. Все это создает мощное антропогенное воздействие на береговую зону и акваторию Финского залива.

Работа основана на обобщении и анализе данных наблюдений и измерений, сведений из литературных источников для оценки влияния экологических аспектов на устойчивое развитие береговой зоны и акватории Финского залива в условиях изменяющегося климата.

В последние десятилетия XX-го и первые десятилетия XXI века на значительной части территории России наблюдается устойчивая тенденция потепления климата. Согласно оценкам за период 1976-2017 гг. среднегодовая температура воздуха в России увеличивается на 0,45°С/10 лет, что в 2,5 раза выше, чем в целом для земного шара. Среднегодовые температуры растут во всех физико-географических регионах страны.

Анализ температуры воздуха приземного слоя Балтийского моря за 118-летний период наблюдений на метеорологических станциях, расположенных на морском побережье, выявил положительный тренд изменения температуры воздуха. Изучение изменчивости температуры воды поверхностного слоя Балтийского моря за тот же период (за 118 лет) показало возрастающий линейный тренд. Потепление в период 1989-2017 гг. составило 1,0°С. Анализ рядов среднемесячной и максимально температуры поверхности воды на озерах также выявил тенденцию к ее увеличению в последние десятилетия (в среднем на 1,2°С), причем прогрев воды в поверхностном слое водоемов до 10°С стал происходить раньше на 2-6 суток, а охлаждение воды озер и переход температуры воды через 10°С осенью осуществляется в более поздние сроки в среднем на 4 суток [1].

Интенсивный рост температуры сопровождается изменением режима увлажнения и водных ресурсов рек, болот и озер, изменением продолжительности ледостава и др.

На реках российской части бассейна Финского залива Балтийского моря наблюдается значительное увеличение водных ресурсов в зимний сезон и уменьшение максимальных расходов воды во время весеннего половодья, что, очевидно, связано с увеличением стока за счет уменьшения глубины промерзания почвы и увеличения количества зимних оттепелей и их продолжительность.

Происходящие изменения температуры, водного и ледового режима оказывают значительное влияние на режим судоходства, рекреационной активности и др. это необходимо учитывать для устойчивого развития и обеспечения экологической безопасности Балтийского региона [2].

Значительное повышение теплового фона водных масс Балтийского моря в течение последних 25 лет не могло не сказаться на морской биомассе, аквакультуре, запасах промысловых рыб и их уловах. Так, результаты совместного анализа температуры воды поверхностного слоя Балтийского моря и общего вылова сельди показали, что начиная с 1988 г., по мере потепления вод общий вылов сельди снижался и достиг минимума в 2012 - 2013 гг. (110 тыс. т), причем коэффициент корреляции между этими показателями оказался статистически значим [1].

На фоне увеличения температуры в Балтийском море быстрыми темпами растут загрязнение акватории и биоты, происходит постоянное изъятие биологических и минеральных ресурсов. В этих условиях явно недооцениваются проблемы природопользования, связанные с неравномерной антропогенной нагрузкой на береговую линию, пляжи, ландшафты, несоблюдение режима функционирования ООПТ, интенсивной застройкой, загрязнением прилегающей акватории, подъемом уровня грунтовых вод, подтоплением пониженных участков, соблю-

дением правил эксплуатации маломерного флота, автостоянок и др. Так, например проведение дноуглубительных работ на акватории Финского залива при строительстве аванпорта Бронка, создание Подходного канала для Морского пассажирского порта или намыв территории при проектирование набережных «МФК Лахта центр» существенно изменило геоэкологическую ситуацию, санитарно-гигиенические показатели, фоновые концентрации загрязняющих элементов, возрастанию мутности воды, изменению донных отложений, скорость осадконакопления и др. Кроме того, зоны повышенной аккумуляции загрязнений представляет значительную угрозу для нерестилищ, оказывает негативное влияние на инженерные объекты на фоне увеличивающейся температуры окружающей среды.

Туристско-рекреационный потенциал побережья Санкт-Петербурга и Ленинградской области представляют собой очень важный ресурс. Создание современной инфраструктуры рекреационной зоны, размещение рекреационных объектов при увеличивающейся численности отдыхающих возможно только в условиях устойчивой экологической обстановки [2]. Устье реки Нева отделено от открытого пространства восточной части Финского залива Комплексом защитных сооружений (КЗС) или дамбой, что делает его практически закрытым водоемом, принимающим с водами реки Нева практически все виды полимерных промышленных и бытовых отходов. С территории Ленинградской области и Санкт-Петербурга ежегодно поступает в окружающую среду в среднем около 112 000 тонн пластиковых отходов [1]. Согласно данным наблюдений наибольшее скопление мусора в Невской губе было зарегистрировано на городских пляжах Курортного района, пляжах северной и южной части порта Санкт-Петербурга, Александрия (Петергоф) и г. Ломоносов. Пластик был доминирующим типом мусора на всех популярных пляжах и это вызывает серьезные экологические проблемы и угрозы.

Заключение. Среди приоритетных задач устойчивого социально-экономического развития береговой зоны и акватории Финского залива для обеспечения долгосрочного их использования, воспроизводства и охрану следует назвать создание опережающего научно-технического задела экологической безопасности, нахождение разумных путей для развития разных видов деятельности: градостроительства, судостроения, лесного хозяйства, рекреационной деятельности и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2018. – 753 с.
2. *Baykova I., Kostrukova O.* The Gulf Of Finland: Social and Economic Problems of St. Petersburg in Conditions of the Natural Environment Change.- Finnish Environment Institute and Baltic Earth (SYKE), the Gulf of Finland Year 2014. Helsinki, p. 24 -29, November 2014, 50 p.

Краткая информация об авторах

Байкова Ирина Михайловна, доктор географических наук, профессор кафедры сервисной и конгрессно-выставочной деятельности,
Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Специализация: глобальное изменение климата, экологизация сервисной деятельности
e-mail: irinabaykova@yandex.ru, тел.+79117718012

Кострюкова Оксана Николаевна, кандидат экономических наук, профессор, декан факультета сервиса, туризма и гостеприимства,
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
Специализация: сервисная и конгрессно-выставочная деятельность, менеджмент туризма и гостеприимства
e-mail:kostrukova75@mail.ru тел. 89219164418

УДК 551.5

I.M. Baykova, O.N. Kostryukova

ECOLOGICAL ASPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN COASTAL ZONE AND WATER AREA OF THE GULF OF FINLAND

St. Petersburg State University of Economics, Russia, 191023, St. Petersburg, Sadovaya st., 21, irinabaykova@yandex.ru

Results of the modern monitoring of a coastal zone and the water area of the Gulf of Finland are considered. Problems of development of the region in the changing environment are discussed. Questions and environmental problems of the Gulf of Finland understand.

Keywords: global climate change; environmental problems; coastal zone; water area; Gulf of Finland.

Coastal territories and sea water areas of the Gulf of Finland are tested by escalating anthropogenic influence at the expense of an regional intensification of managing, expansion of types of environmental management (navigation, fishery, construction of pipelines, etc.) which happens against the background of global climate change and its consequences, the bound to emergence of new threats, such as rise in global sea level, floods, storm and other dangerous phenomena. All this creates powerful anthropogenic impact on a coastal zone and the water area of the Gulf of Finland which it is characteristic larger population density of a coastal zone, intensive year-round navigation, existence of a set of technogenic objects on coast and intensive development of a coastal zone and so forth.

Work is based on generalization and the analysis of these observations and measurements, data from references for assessment of the ecological impact on sustainable development of a coastal zone and the water area in the conditions of the changing climate.

In the last decades of XX century and the first decades of the XXI century on the territory of Russia is observed a steady trend of climate warming. According to estimates during 1976-2017 average yearly air temperature increases on 0.45°C/10 years that is 2.5 times higher than in general for the globe. Average yearly temperatures grow in all physiographic regions of the country.

The analysis of air temperature over of the Baltic Sea for the 118-year period at the meteorological stations located on the sea coast revealed a positive trend of air temperature change.

Studying of variability of water temperature of the surface layer of the Baltic Sea for the same period (in 118 years) showed the increasing linear trend. Warming during 1989-2017 was 1.0°C. The analysis of ranks of average monthly and maximum surface temperature of water on lakes also revealed a tendency to its increase in the last decades (on average on 1.2°C). Warming up of water in the surface layer of reservoirs up to 10°C began to happen for 2-6 days earlier, and cooling of water of lakes and transition of water temperature through 10 ºC is carried out in later terms on average for 4 days in the fall [1].

Intensive increase in temperature is followed by change of the mode of humidification and water resources of the rivers, swamps and lakes, change of duration of a freeze-up, etc.

On the rivers of the Russian part of the Gulf of Finland of the Baltic Sea the significant increase in water resources during a winter season and decrease of peak discharges of water is observed during a spring high water. It is bound to increase in a drain due to decrease of depth of a freezing of the soil and increase in quantity of winter thaw and their duration.

The modern temperature changes, the water and ice mode have the considerable impact on navigation, recreational activity, etc. It needs to be considered for sustainable development and ensuring environmental safety of the Baltic region [2].

The substantial increase of water temperature affects on sea biomass, an aquaculture, stocks of food fishes and their catches in the Baltic Sea within the last 25 years. So, results of the collateral analysis of water temperature of the Baltic Sea and the general catch of a herring showed that since 1988, in process of warming of waters the general catch of a herring decreased and reached a minimum in 2012 - 2013 (110 thousand tons), and the coefficient of correlation between these indexes appeared statistically significant [1].

Along with increase in temperature pollution of the water area and a biota in high gear grow in the Baltic Sea. Besides, there is a constant withdrawal of biological and mineral resources. In these conditions environmental management problems, the bound to uneven anthropogenic load of the coastline, beaches, landscapes, non-compliance of functioning of especially protected natural territories, by intensive building, pollution of the adjacent water area, rise in ground water level, flooding of the under sites, observance of service regulations of the undersized fleet, parkings are obviously underestimated. So, for example carrying out dredging works on water areas of the Gulf of Finland at construction of the out port of Bronka, creation of the Podhodniy channel for Sea passenger port or a territory alluvium at projection of embankments «Lahta center» significantly changed a geoecological situation, sanitary and hygienic indicators, background concentration of the polluting elements, to increase of turbidity of water, change of ground deposits, sedimentation speed, etc. Besides, zones of the increased accumulation of pollution poses the considerable threat for spawning areas, has negative impact on engineering objects against the background of the increasing ambient temperature.

Tourist and recreational capacity of the coast of St. Petersburg and the Leningrad Region represent very important resource. Creation of the modern infrastructure of a recreational zone, placement of recreational facilities with the increasing number of vacationers is possible only in the conditions of a steady ecological situation [2]. The mouth of the Neva River is separated from open space of east part the Gulf of Finland by the Complex of Protective Constructions (CPC) or a dam that does it by almost closed reservoir accepting with Neva River waters practically all types of the polymeric industrial and household waste. From the territory of the Leningrad Region and St. Petersburg about 112,000 tons of a plastic wastage annually come to a surrounding medium on average [1]. According to data of observations the greatest congestion of garbage in the Nevskay guba

was registered on city beaches of Kurortniy district, beaches of a northern and southern part of the St. Petersburg port, Alexandria (Peterhof) and Lomonosov. Plastic was the dominating garbage type on all popular beaches and it causes serious environmental problems and threats.

Conclusion. Among priority problems of sustainable social and economic development of a coastal zone and the water area of the Gulf of Finland for ensuring their long-term use, reproduction and protection it is necessary to call creation of the advancing scientific and technical reserve of environmental safety, finding of reasonable paths for development of different types of activity: town planning, shipbuilding, forestry, recreational activity, etc.

REFERENCES

1. Proceedings of the II Russian national conference "Hydrometeorology and ecology: scientific and educational achievements and perspectives" – SPb.: HIMIZDAT, 2018. – 753 p.
2. *Baykova I., Kostrukova O.* The Gulf Of Finland: Social and Economic Problems of St. Petersburg in Conditions of the Natural Environment Change.- Finnish Environment Institute and Baltic Earth (SYKE), the Gulf of Finland Year 2014. Helsinki, p. 24 -29, November 2014, 50 p.

Brief information about the authors

Baykova I.M. PhD (Geographical sciences), professor, St. Petersburg State University of Economics
Area of expertise: global climate change, greening of service activity.
E-mail: irinabaykova@yandex.ru, tel.:+79117718012

Kostryukova O.N. PhD (Economic sciences), professor, Dean of the faculty of service, tourism and hospitality, St. Petersburg State University of Economics
Area of expertise: service activity, management of tourism and hospitality
tel.89219164418, e-mail:kostrukova75@mail.ru

УДК 504.4

В. Ф. Литвинов[1*], В. А. Савин[2]

МОНИТОРИНГ ОЗЕРА ИЛЬМЕНЬ И ЕГО ПРИТОКОВ

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого Россия, 173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт–Петербургская, д. 41
[*]E-mail: vladimir.litvinov@novsu.ru

[2]Фонд «Центр экологической информации», Россия, 173000 ГСП, Великий Новгород, ул. Советской Армии, д. 7

В работе будет рассмотрено состояние и динамика изменения гидрохимических показателей озера Ильмень и его притоков.

Ключевые слова: мониторинг; гидрохимические условия; экологическое состояние; водородный показатель; концентрация фосфора.

Озеро Ильмень представляет собой высокопродуктивный водоем, расположенный в низменной центральной части Новгородской области. Площадь поверхности около 1000 кв. кв. В связи с тем, что озеро окружает обширная низменность, площадь его водной поверхности может изменяться от 800 до 2000 кв. кв. Максимальная глубина озера – 5 м, средняя глубина – 2,8 м. Площадь водосборной территории равна 59900 кв. км. Коэффициент водообмена равен 4,3, то есть вода в озере меняется 4 раза в год. Озеро расположено на отметке 17 м выше уровня моря.

В озеро впадает в общей сложности 19 рек длиной 10 км и более (из них 6 основных). Наиболее крупными являются р. Мста, с водами которой в озеро поступает около 38% от общего поступления воды, р. Ловать – 30%, р. Пола – 13% и р. Шелонь – 13%. Из озера Ильмень вытекает р. Волхов, которая впадает в Волховскую губу в южной части Ладожского озера. Протяженность реки 240 км.

Особенностью региона является то, что на его южной и юго-западной территории распространены родники с высоким содержанием солей, особенно хлоридов и сульфатов. Эти подземные ключи оказывают значительное влияние на качество воды, особенно таких рек как Шелонь и Полисть, а также на само озеро.

Данные по химическому составу воды озера Ильмень и его притоков содержатся в литературных источниках, начиная с 1923 г. Наиболее обширные исследования были проведены за период 1960-70-х годов, они содержат данные анализов яда неорганических ионов, а также органического вещества, растворенного кислорода и т.д. [1, 3, 8]. Кроме того, есть описание годовых изменений гидрохимического состояния воды озера и содержания биогенных веществ в ней за период 1971-1975 гг. [2, 9]. В последующие годы данные о гидрохимическом состоянии воды озера Ильмень и его притоков можно получить из обзоров состояния окружающей среды Новгородской области за 1993-2017 гг. [6] и Ежегодника качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям на территории деятельности ФГБУ Северо-Западное УГМС [4]. Химии воды озера Ильмень посвящена работа, выполненная в НовГУ под руководством Ю.Е. Никитина [7].

Из указанных выше источников следует, что цветность воды в озере Ильмень в течение летних месяцев желто-коричневая, а зимой просто желтая. В сезон открытой воды ее прозрачность может достигать 1 метра и несколько увеличивается в конце зимы. Реакция воды (pH) является щелочной и колеблется от 7,0 до 9,2. Средний показатель pH, равен 7,7.

Кроме того, мы можем проанализировать данные по изменению содержания биогенных веществ, органического вещества и неорганических ионов в различные сезоны года за многолетний период, включая как многоводные, так и маловодные годы. Эти данные в обобщенном виде свидетельствуют, что концентрация биогенных веществ и органического веществ в воде озера повышается в многоводные годы, в то время как содержание ионов щелочных и щелочноземельных ионов, а также ионов сульфатов и хлоридов увеличивается в маловодные годы.

Как следует из результатов работы [5] река Волхов выносит из озера Ильмень около 1200 т общего фосфора в год, а через границу Новгородской области проходит 1340 т. Это позволяет предположить, что Великий Новгород и окружающие его территории вносят 120-150 т общего фосфора в год. Что касается транспорта общего азота, то в озеро Ильмень поступает около 20000 т азота, а выходит из него около 25000 т. К моменту достижения р. Волхов границы Новгородской области количество азота снижается до 19000 т.

Детальный анализ всех источников информации о гидрохимическом состоянии озера Ильмень и его притоков позволяет сделать ряд выводов.

Озеро Ильмень является водоемом с высоким pH, высокой концентрацией фосфора, растворенных солей и органического вещества.

В период половодий поступление фосфора в озеро и его вынос Волховом в Ладогу возрастает.

Щелочная реакция среды в сочетании с высокой концентрацией органических веществ защищает экосистему озера Ильмень от накопления в нем экологически опасных ингредиентов.

Возможными рисками ухудшения экологического состояния озера Ильмень и его притоков могут быть следующие обстоятельства:

- увеличение поступления азота;
- увеличение поступления фосфора и органических веществ из почвы;
- возрастающее использование экологически опасных веществ в промышленном производстве, домашнем и сельском хозяйстве;
- расположение полигонов твердых коммунальных отходов в водосборном бассейне;
- снижение биологического разнообразия на заболоченных землях и на прибрежных территориях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антонова В.И.* Гидрохимический режим озера Ильмень: В отчете: «Влияние запуска на сырьевую базу озера Ильмень» / Фонды ГосНИОРХ, 1948.
2. *Бойцов А.В., Васильев В.Ю.* и др. Внутригодовая изменчивость концентрации биогенных элементов, органического углерода, азота, фосфора и растворенного в воде кислорода в водной экосистеме оз. Ильмень // Вестник ЛГУ. Серия 7. – 1989. – № 21.– С. 106.
3. *Домрачев П.В.* Гидрологический очерк озера Ильмень // Материалы по исследованию р. Волхов и его бассейна. 1926. – Вып. 10, ч. 2. – С. 28-76.
4. Ежегодник качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям на территории деятельности ФГБУ «Северо-Западное УГСМ». – 2017.
5. Мониторинг озера Ильмень и его притоков / *У. Грани, В. Савин, Т. Мальцман, Ю. Манхеймер, В. Задонская.* – Новгород, 2001. – 64 с.
6. Обзор о состоянии и об охране окружающей среды Новгородской области / Справочное издание. – 1993-2017 гг.
7. Прогнозирование технического состояния оз. Ильмень: Отчет о НИР / НовГУ; Руководитель *Ю.Е.Никитин.* 498/ФХМ-5; № ГР 01890061909. С. 3-49.

8. *Скопинцев Б.А., Крылова Л.П.* Результаты изучения некоторых вопросов динамики органического вещества в природных водах // Тр. Всесоюзн. гидробиол. общ., 1995. Т.VI. С.52.
9. *Смирнова Л.Ф.* Ориентировочный расчет баланса биогенов, минеральных и органических веществ в оз. Ильмень (1971-1975 гг.) // Труды ГосНИОРХ. – 1980. – Вып. 155. – С. 11-19.

Краткая информация об авторах

Литвинов Владимир Федорович, к.х.н., заведующий кафедрой экологии и природопользования
Специализация: разработка стратегии устойчивого развития Новгородской области и ее районов
E-mail: vladimir.litvinov@novsu.ru

Савин Владимир Александрович, к.с/х.н., директор Фонда «Центр экологической информации»
Специализация: охрана окружающей среды

V. F. Litvinov[1*], V. A. Savin[2]

MONITORING OF LAKE ILMEN AND ITS TRIBUTARIES

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Yaroslav–the–Wise Novgorod State University”
Russia, 173003, Novgorod the Great, Bolshaya Sankt–Peterburgskaya, 41
[*]E–mail: vladimir.litvinov@novsu.ru

[2]Fund «Environmental Information Center», Russia, 173000, Novgorod the Great, Soviet Army str., 7

The paper will consider the state and dynamics of changes in the hydrochemical parameters of lake Ilmen and its tributaries.

Keywords: monitoring; hydrochemical conditions; the environmental condition; the solution pH; phosphorus concentration.

Brief information about the authors

Litvinov V. F., Ph.D. (Chem), head of the Department of ecology and environmental management
Area of expertise: development of a strategy for sustainable development of the Novgorod region and its districts
E-mail: vladimir.litvinov@novsu.ru

Savin V.A., Ph.D. (Agricult.), Director of the Fund "Environmental Information Center"
Area of expertise: environmental protection

УДК 579.66

Е. Сафонова [1*], С. Кёниг [1], Х. Унбехаун [2], М. Зиверт [3], Ф. Саатофф [3]

УДАЛЕНИЕ СЫРОЙ НЕФТИ ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ НА НОСИТЕЛЯХ ИСКУССТВЕННЫМИ АЛЬГО-БАКТЕРИАЛЬНЫМИ АССОЦИАЦИЯМИ, ИЗОЛИРОВАННЫМИ ИЗ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

[1]Институт биологии Лейпцигского университета
Германия, 04318, Лейпциг, Пермозерштрассе, 15
[*] E-mail: safon71@gmx.de

[2]Технический Университет Дрездена, Институт технологий природных материалов
Германия, 01307, Дрезден, Маршнерштрассе, 39

[3]Университет Ростока, Кафедра геотехники и прибрежной инженерии
Германия, 18059, Росток, Юстус-фон-Либиг-Вег, 6

В работе описано удаление нефти биосорбентами, состоящими из ассоциаций бактерий и водорослей, иммобилизованных на древесных носителях. Древесные носители сорбируют 99% нефти (20 г/л) уже через 40 минут. Оставшаяся нефть может быть разрушена иммобилизованными на сорбентах ассоциациями водорослей и бактерий. Проведен пилотный эксперимент по сорбции разлитой сырой нефти биосорбентами.

Ключевые слова: биоремедиация; водоочистка; сырая нефть; деградация нефти; цианобактерии; Rhodococcus; Oscillatoria.

Одной из проблем Балтийского моря остается загрязнение нефтянными разливами. Основными антропогенными источниками поступления нефти в водную среду являются ее добыча, транспортировка, береговые сбросы сточных вод и аварийные разливы.

При биоремедиации загрязненных экосистем предпочтительнее применять ассоциации микроорганизмов [1]. Одна из биотехнологий - микробная фикоремедиация, разработанная проф. Квитко (СПб Университет) совместно с «Экопром» была создана для ремедиации загрязненных нефтью экосистем с помощью интродукции иммобилизованных на различных носителях консорциумов нефтеразрушающих бактерий и водорослей [2].

Данная работа основанна на тех же подходах, но с применением к морской среде. Во время проекта BioBind в 2011-2013 из проб Балтийского моря были выделены и отобраны штаммы водорослей и углеводородокисляющих бактерий, из них созданы исскуственные ас-

социации [3], разработаны биосорбенты с иммобилизованными ассоциациями [4].

Однако, помимо лабораторных исследований, проверить работу новой технологии для ликвидации разливов нефти достаточно сложно, поскольку экспериментальные разливы нефти в Балтийском море запрещены. Поэтому для тестирования эффективности созданной технологии был проведен массштабный эксперимент в волновом бассейне.

Таким образом, в задачи данной работы входило: a) проверить потенциал нефтеразрушения неиммобилизованной и иммобилизованных ассоциации бактерий и водорослей и b) провести пилотный эксперимент.

Материал и методика: Использовались ассоциация: бактерии *R. erythropolis* OSB-27 и *R. fascians OSB-138*; зеленая водоросль *Desmodesmus* sp. OS-106 и цианобактерия *Oscillatoria* sp. OS-107. Число бактерий подсчитывались как КОЕ на среде 2216 (гетеротрофы) и среде № 6 с парами углеводородов (для алканотрофных бактерий). Анализ концентрации нефти проводился флюориметрически на анализаторе Флюорат-02 (Люмекс, С-Петербург) [5].

Результаты

A) Тестирование разрушение нефти ассоциацией (табл. 1).

Неиммобилизованная ассоциация алканотрофных бактерий (1,4 × 107 КОЕ/мл) и фототрофных микроорганизмов разрушала нефть (10 г/л) на 15,6 % за 24 дня.

При добавлении нефти (10 и 20 г/л) в среду уже через 40 минут сорбентами удаляется более 99,3%. Через 24 дня концентрация снижается до 0,01 г/л, как за счет сорбции, так и деградации нефти ассоциациями. В ходе эксперимента визуально наблюдалось обрастание носителя фототрофными микроорганизмами.

B) Пилотный эксперимент. В январе 2017 в экспериментальной установке «волновой бассейн» был проведен пилотный эксперимент по сорбции разлитой сырой нефти древесными носителями с приклепленными на них ассоциациями микроорганизмов.

«Волновой бассеин» (4 x 4 м) был заполнен 1600 л водопроводной воды с добавлением 1% морской соли. После внесения сырой нефти (4,8 кг) в бассеин создали волновое движение и рассыпали древесные сорбенты с микроорганизмами.

Таблица 1. Удаление и разрушение нефти неиммобилизованными и иммобилизованными ассоциациями через 24 дня (н.о. - не определяли)

Ассоциации	Концентрация нефти в среде, г/л			Удаление (%), от концентрации на		Разрушение (%)
	старт	40 мин	24 дня	старт	40 мин	
Неиммобил. ассоциация	10,24	н.о.	8,16	20,3	н.о.	15,6
Контроль (без ассоциации)	10,21	н.о.	9,73	4,7	н.о.	
Иммобил. ассоциация	10,29	0,07	0,01	99,9	85,7	10,7
Контроль (носитель)	10,51	0,04	0,01	99,9	75,0	
Иммобил. ассоциация	20,57	0,06	0,01	99,9	83,3	8,3
контроль (носитель)	20,57	0,08	0,02	99,9	75,0	

Для нанесения суспензии микроорганизмов (14,5 × 10^7 КОЕ/мл) на сорбенты (4 x 4см) был разработан процесс распыления. Суспензия распыляется на поверхность сорбента через

каскад сопел в вертикальной трубе. Биопрепарат наносился с дозировкой 10% по массе сорбента. После опрыскивания уровень иммобилизации был 10,8 ± 2,3 x 10^6 КОЕ/г носителя.

Рисунок 1. «Волновой бассейн» после добавления биосорбентов (слева) и через 24 ч (справа).

В бассейне в течение 24 часов бактериальный титр увеличивается (рис. 2). Иммобилизованные бактерии частично смываются и размножаются при условии наличия источника С сырой нефти. Число гетеротрофных бактерий увеличивается до 4,5x10^5 КОЕ /мл (третий день), алканотрофных бактерий до 0,4x10^5 КОЕ/мл через сутки, а затем уменьшается.

Через 3 часа сорбенты удалили 91% нефти, через 24 ч - 96%, а через 48 ч - 99%.

Проект BioBind был поддержен Федеральным министерством экономики и энергетики Германии (BMWi)

ЛИТЕРАТУРА

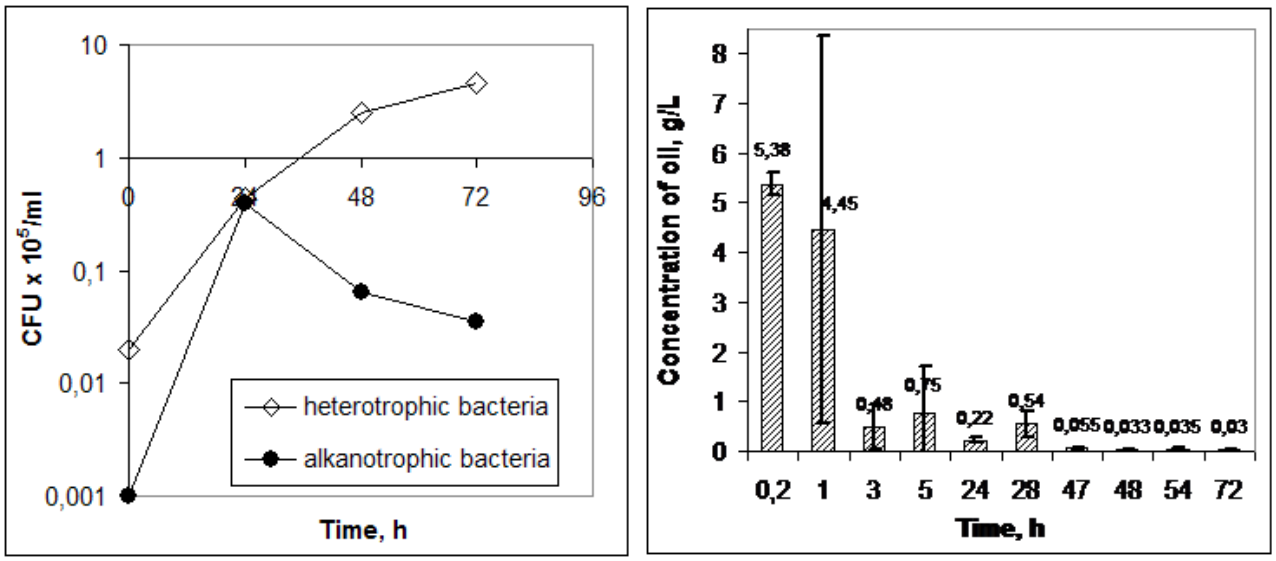


Рисунок 2. Рост гетеротрофной и алканотрофной микрофлоры (слева) и снижение концентрации нефти в ходе эксперимента в волновом бассейне (справа).

1. *Alexander M.* Biodegradation and Bioremediation // San Diego, CA: Academic Press. - 1994
2. *Квитко К.В., Сафонова Е.Ф., Янкевич М.И.* Микробиологические основы технологии ремедиации нефтезагрязненных природных и сточных вод // Сб. «Проблемы и перспективы реабилитации техногенных экосистем». Астрахань. - 2005. С. 13-17.
3. *Safonova E., König S.* Novel oil-degrading algal-bacterial associations for the treatment of oil pollution in the Baltic Sea. // International Oil Spill Conf. Proceeding 2014.

4. Patent EP 3038744. 2015. *Unbehaun H., Tech S., Safonova E., König S., Wagenführ A., Wilhelm C.* Porous oil binder and use thereof for decomposition and/or removal of oil contaminations.
5. Lumex. Water Quality Method for the Determination of total Petroleum Hydrocarbon content with the use of liquid analyzer Flourat 02: Addition to the Chapter 8.3 for Flourat-02-Panorama. Sankt Petersburg, 2007.

Краткая информация об авторах

Сафонова Елена, к.б.н и **Кёниг Светлана,** к.б.н
Специализация: разрушение водорослями, цианобактериями, ассоциациями с бактериями ароматических веществ и нефти

Унбехаун Холгерб, дипл.-инж.
Специализация: технология древесных и волокнистых материалов, сорбенты из древесного волокна, сорбция сырой нефти.

Саатофф Фокке, д.т.н, профессор и **Зиверт Маркус,** к.т.н.
Специализация: прибрежная инженерия, ликвидация разливов нефти.

E. Safonova [1*], S. Koenig [1], H. Unbehaun [2], M. Siewert [3], F. Saathoff [3]

REMOVAL OF CRUDE OIL BY CARRIER-BASED ARTIFICIAL ALGAL-BACTERIAL ASSOCIATIONS, ISOLATED FROM BALTIC SEA

[1]Institute of Biology of the University Leipzig
15, Permoserstrasse, Leipzig, Germany, 04318.
[*]E-mail: safon71@gmx.de

[2]Technische Universitaet Dresden, Institute of Natural Materials Technology
39, Marschnerstrasse, Dresden, Germany, 01307.

[3]University of Rostock, Chair of Geotechnics and Coastal Engineering
6, Justus-von-Liebig-Weg, Rostock, Germany, 18059

The article describes the removal of oil by biosorbents consisting of associations of bacteria and algae immobilized on wood fibre sorbents used as carriers. The wood carriers absorbe 99% of oil (20 g/l) in less than 40 minutes from water surface. The remaining oil can be degraded by algae and bacterial associations immobilized on sorbents. A pilot experiment on sorption of spilled crude oil by bio-sorbents was carried out.

Keywords: bioremediation; water treatment; crude oil; oil degradation; cyanobacteria; Rodococcus;

Oscillatoria.

One of the problems in the Baltic Sea are oil spills. The main anthropogenic sources of oil inflow into the aquatic environment are oil production, transportation, coastal wastewater discharges and accidental spills.

In the bioremediation of contaminated ecosystems, it is preferable to use associations of microorganisms [1]. One of the biotechnologies is microbial phycoremediation, developed by Prof. Kvitko (St. Petersburg University) together with «Ecoprom» and was created for the remediation of oil-polluted ecosystems by the introduction of consortia of oil degrading bacteria and algae immobilized on various carriers [2].

This work is based on the same approaches, but with application to the marine environment. During the BioBind project in 2011-2013, strains of algae and hydrocarbon-oxidizing bacteria were isolated and selected from samples of the Baltic Sea, artificial associations were created [3], biosorbents with immobilized associations were developed [4].

However, in addition to laboratory research, it is rather difficult to test the operation of a technology for oil spill response, since experimental oil spills are prohibited in the Baltic Sea. Therefore, to test the effectiveness of the technology created, a large-scale experiment was carried out in a wave pool.

Thus, the main objective of this experiment was to: investigate the potential of oil degradation of the unimmobilized and immobilized associations of bacteria and algae in a pilot experiment.

Material and methods: The association used: bacteria *R. erythropolis* OSB-27 and *R. fascians* OSB-138; green alga *Desmodesmus* sp. OS-106 and cyanobacteria *Oscillatoria* sp. OS-107. The number of bacteria was calculated as CFU on the medium 2216 (heterotrophs) and medium No. 6 with hydrocarbon vapors (for alkanotrophic bacteria). Analysis of the concentration of oil was carried out fluorimetrically on the Fluorat-02 analyzer (Lumeks, St. Petersburg) [5].

Results

A) Testing the degradation of oil by an association (Table 1).

The unimmobilized association of alkanotrophic bacteria ($1,4 \times 10^7$ CFU/ml) and phototrophic microorganisms destroyed oil (10 g/l) by 15,6% compared with the control.

When oil (10 and 20 g/l) is added to the medium, more than 99,3% is removed with sorbents in 40 minutes. After 24 days the concentration is reduced to 0,01 g/l, both due to sorption and degradation of oil by associations. During the experiment, degradation of the carriers by phototrophic microorganisms was visually observed.

B) Pilot experiment. In January 2017, a pilot experiment on the sorption of spilled crude oil by wood-based carriers with associations of microorganisms attached to them was carried out in the experimental installation «wave pool».

The «wave pool» (4 x 4 m) was filled with 1600 liters of tap water with the addition of 1% sea salt. After the introduction of crude oil (4,8 kg), a wave motion was created in the pool and wood sorbents with microorganisms were applied.

For the application of microbial suspensions ($14,5 \times 10^7$ CFU/ml) onto sorbents (4 x 4 cm) a spraying process was developed. The suspension was sprayed on sorbent surface through a cascade

Table 1. Removal and degradation of oil by free and immobilized associations after 24 days (nd - not determined)

Associations	Concentration of oil in medium, g/l			Removal (%), from concentration of oil at		Degradation (%)
	start	40 min	24 days	start	40 min	
free associations	10,24	nd	8,16	20,3	nd	15,6
control (without associations)	10,21	nd	9,73	4,7	nd	
carrier-based associations	10,29	0,07	0,01	99,9	85,7	10,7
control (carrier)	10,51	0,04	0,01	99,9	75,0	
carrier-based associations	20,57	0,06	0,01	99,9	83,3	8,3
control (carrier)	20,57	0,08	0,02	99,9	75,0	

of nozzles in a vertical pipe. The biopreparation was applied with a dosage of 10% by weight of the sorbent. After spraying, the immobilization level was 10,8 ± 2,3 x 10^6 CFU/g carrier.

In the pool the bacterial titer increases for 24 hours (Fig. 2). Immobilized bacteria are partially washed away and multiply subject to the availability of c-source of crude oil. The number of heterotrophic bacteria increases to 4,5x10^5 CFU/ml (third day), alkanotrophic bacteria to 0,4 x 10^5 CFU/ml in a day, and then decreased.

Fig. 1. «Wave pool» after adding bio-sorbents (left) and in 24 hours (right).

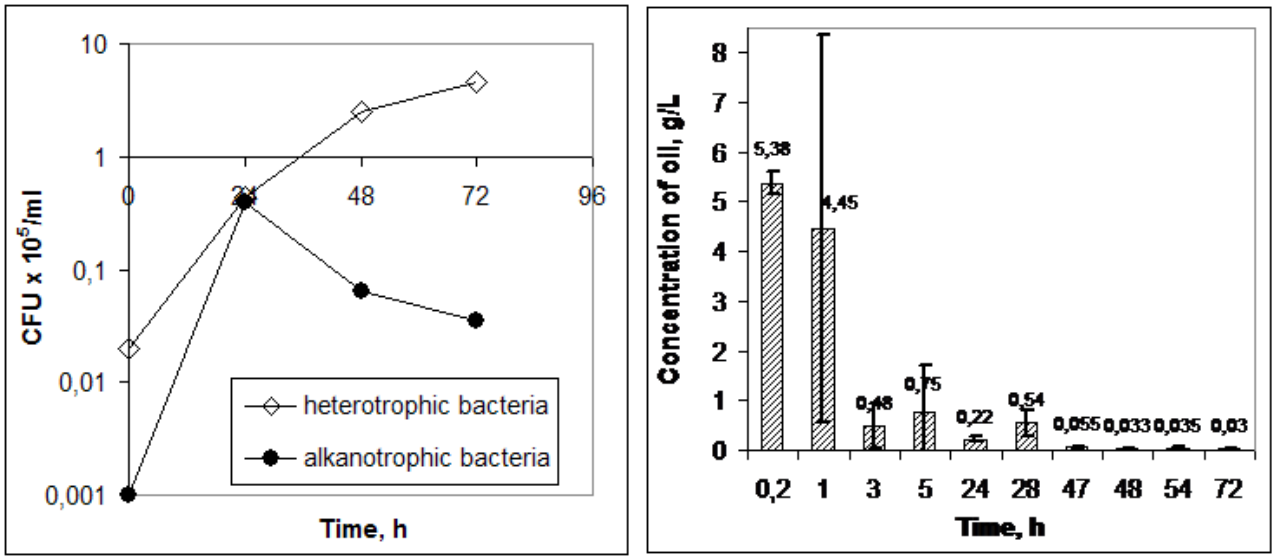


Fig. 2. Growth of heterotrophic and alkanotrophic microflora (left) and decrease of oil concentration during the experiment in the wave pool (right).

In 3 hours the sorbents removed 91% of the oil, in 24 hours - 96%, and in 48 hours - 99%.

The BioBind project was supported by the German Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi).

REFERENCES

1. *Alexander M.* Biodegradation and Bioremediation // San Diego, CA: Academic Press. - 1994
2. *Kvitko K.V., Safonova E.Th., Iankevitch M.I.* The microbiological basis of technology of remediation of oilpolluted natural water and waste water // Problems and perspectives of rehabilitation of contaminated ecosystems, Astrakhan, 2005. P. 13-17.
3. *Safonova E., König S.* Novel oil-degrading algal-bacterial associations for the treatment of oil pollution in the Baltic Sea. // International Oil Spill Conf. Proceeding 2014.
4. Patent EP 3038744. 2015. *Unbehaun H., Tech S., Safonova E., König S., Wagenführ A., Wilhelm C.* Porous oil binder and use thereof for decomposition and/or removal of oil contaminations.
5. Lumex. Water Quality Method for the Determination of total Petroleum Hydrocarbon content with the use of liquid analyzer Flourat 02: Addition to the Chapter 8.3 for Flourat-02-Panorama. Sankt Petersburg, 2007.

Brief information about the authors

Safonova Elena, PhD and **Koenig Swetlana,** PhD
Area of expertise: degradation of oil and aromatic compounds by algae, cyanobacteria, algal-bacterial associations

Unbehaun Holger, Dipl.-Ing.
Area of expertise: wood and fibre materials technology, wood fibre sorbents, sorption of crude oil

Saathoff Fokke, Prof. Dr.-Ing. and **Siewert Marcus,** Dr.-Ing.
Area of expertise: coastal engineering, oil spill response

УДК 58.009

Г.Ф. Ляшенко

МАКРОФИТЫ РЕКИ МЕРТВИЦА БАССЕЙНА ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Санкт-Петербургский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)
Россия, 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д.26
E-mail: gfl@mail.ru

Представлен флористический состав растительности и дана характеристика основных фитоценозов участка реки Мертвицы до антропогенного воздействия, связанного со строительством газопровода.

Ключевые слова: водная растительность; видовой состав; фитоценозы.

Исследование высшей водной растительности р. Мертвица было проведено в связи с предполагаемой прокладкой газопровода в августе 2016 г. Река Мертвица, длина русла которой – 10 км, считается притоком р. Луги, но вода в ней может течь как на север, к р. Луге, так и на юг, к р. Нарве. Это зависит от уровня воды в данных реках, аналогичных водных систем в бассейне Балтийского моря нет. Растительность исследовали маршрутным методом в рамках границ буферной зоны трассы газопровода, проведено детальное описание фитоценозов воздушно-водной, погруженной и плавающей растительности с описанием видового состава. Описание фитоценозов высших водных растений проводилось по следующему плану: местоположение, экологические особенности среды обитания (глубина, грунт и т.д.), общее состояние фитоценоза, флористический состав, фенологическое состояние. Использовалась общепринятая методика геоботанических исследований [1]. Определение растений и составление их систематического списка проводилось по соответствующим сводкам флоры [2, 3].

В рамках границ буферной зоны трассы газопровода, длиной 3 км, на акватории р. Мертвица по гидрологическим характеристикам и характеру зарастания можно выделить две части. Первая представляет собой плес длиной 1,9 км и шириной до 150 м с замедленным течением и широкими (15-25м), расположенными вдоль берега зарослями воздушно-водной растительности - преимущественно тростника (*Phragmites australis*) и рогоза узколистного (*Typha angustifolia*). Плавающая растительность в виде зарослей кубышки желтой (*Nuphar lutea*) с небольшими вкраплениями кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candida*) сосредоточена на мелководье русловой части акватории, порой перекрывая все русло реки. Погруженная растительность отмечена как на мелководье у берега, так и в мелководной русловой части рядом с зарослями плавающей растительности, и представлена рдестами блестящим и пронзеннолистным (*Potamogeton lucens, P. perfoliatus*) и роголистником погруженным (*Ceratophyllum demersum*). Общая площадь зарастания составляет до 50% площади акватории плеса.

Вторая часть участка - длиной 1,1 км и шириной 10-15м, представляет собой сильно заросший водоток с перегородившими русло упавшими деревьями. Вдоль берега располагаются многочисленные куртины тростника, реже осочника. В местах, затененных деревьями, водная растительность по всему руслу представлена ценозами кубышки желтой, зарастание составляет до 80% акватории.

Таксономический состав растительности всего обследованного участка насчитывает 49 видов. Из них в составе описанных в районе комплексных створов (точки отбора гидробиологических проб) фитоценозов было отмечено 30 видов. Основные сообщества макрофитов представлены фитоценозами *Typha angustifolia, Carex acuta, Phragmites australis, Nuphar lutea, Ceratophyllum demersum и Potamogeton perfoliatus* Редких видов растений, внесенных в список охраняемых в РФ или в Красную книгу Ленинградской области, не обнаружено.

Видовой состав макрофитов отмеченных при маршрутном учете на р. Мертвица в границах буферной зоны трассы газопровода:

Семейство Equisetaceae
1. *Equisetum fluviatile* L.
Семейство Typhaceae
2. *Typha angustifolia* L.
3. *Typha latifolia* L.

Семейство Sparganiaceae
4. *Sparganium emersum* Rehm
5. *Sparganium erectum* L
Семейство Potamogetonaceae
6. *Potamogeton lucens* L.
7. *Potamogeton natans* L.
8. *Potamogeton pectinatus* L.
9. *Potamogeton perfoliatus* L.
Семейство Alismataceae
10. *Alisma plantago-aquatica* L.
11. *Sagittaria sagittifolia* L.
Семейство Butomaceae
12. *Butomus umbellatus* L.
Семейство Hydrocharitaceae
13. *Stratiotes aloides* L.
14. *Hydrocharis morsus-ranae* L.
Семейство Poaceae
15. *Alopecurus aequalis* Sobol.
16. *Agrostis stolonifera* L.
17. *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert
18. *Phragmites australis* (Cav.)Trin ex Steud
Семейство Cyperaceae
19. *Scirpus lacustris* L.
20. *Scirpus radicans* Schkuhr
21. *Eleocharis palustris* (L.) Roem et Schult.
22. *Carex acuta* L.
23. *Carex aquatilis* Wahlb.
24. *Carex vesicaria* L.
25. *Carex rostrata* Stokes
Семейство Lemnaceae
26. *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.
27. *Lemna minor* L.
28. *Lemna trisulca* L.
Семейство Iridaceae
29. *Iris pseudacorus* L.
Семейство Polygonaceae
30. *Rumex aquaticus* L.

Семейство Nymphaeaceae
31. *Nuphar lutea* (L.) Smith.
32. *Nymphaea candida* J. Presl
Семейство Ceratophyllaceae
33. *Ceratophyllum demersum* L.
Семейство Ranunculaceae
34. *Caltha palustris* L.
35. *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach.
Семейство Brassicaceae
36. *Rorippa amphibia* (L.) Bess.
Семейство Rosaceae
37. *Comarum palustre* L.
38. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.
Семейство Lythraceae
39. *Lythrum salicaria* L.
Семейство Haloragaceae
40. *Myriophyllum spicatum* L.
Семейство Apiaceae
41. *Cicuta virosa* L.
42. *Sium latifolium* L.
43. *Oenanthe aquatica* (L.) Poir.
Семейство Primulaceae
44. *Lysimachia vulgaris* L.
45. *Lysimachia nummularia* L.
Семейство Boraginaceae
46. *Myosotis palustris* Lam.
Семейство Lamiaceae
47. *Stachys palustris* L.
48. *Lycopus europaeus* L.
Семейство Rubiaceae
49. *Galium palustre* L.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Катанская В.М.* Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л., Наука. 1981. 187с.
2. *Маевский П.Ф.* Флора средней полосы Европейской части СССР. Л., 1964. 880с.
3. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., Мир и семья, 1995. 992с.

Краткая информация об авторе

Ляшенко Геннадий Федорович, к.б.н.
Старший научный сотрудник, лаборатории экологической токсикологии.
Специализация: гидробиология, токсикология.
E-mail: gfl@mail.ru

UDC 58.009

G.F. Lyashenko

AQUATIC VEGETATION OF MERTVITZA RIVER IN THE GULF OF FINLAND

Saint Petersburg branch of VNIRO («GosNIORKH» named after L.S. Berg)
Russia, 199053, St. Petersburg, nab. Makarova, d.26
E-mail: gfl@mail.ru

Species composition and the main phytocenosis of flowering plants of Mertvitza River in the buffer area of the pipeline were investigated before the beginning of anthropogenic impact.

Keywords: aquatic vegetation; species composition; phytocenoses.

The investigation of Mertvitza River flowering plants was conducted in 2016 due to the fact of the pipelining in August 2016. The Mertvitsa River (channel length is about 10 km) is considered as a tributary of the river Luga, but its water can flow to the north (to the river. Luga) and to the south (to the river Narva). The direction of water flow depends on the water level in these rivers. There are no similar water systems in the Baltic Sea basin. The vegetation was studied using the route method within the boundaries of the buffer zone of the gas pipeline route. A detailed description of the phytocenoses of semi-aquatic vegetation, submerged plants, plants with floating assimilatory organs a description of the species composition has been carried out.. The description of phytocenoses of higher aquatic plants was carried out according to the following plan: location, ecological features of the habitat (depth, soil, etc.), general state of the phytocenosis, floristic composition, phenological state. The generally accepted method of geobotanical research was used [1]. The determination of plants and the compilation of their systematic list was carried out according to the relevant flora reports [2, 3].

Within the boundaries of the buffer zone of the 3-km long gas pipeline route in the waters of the Mertvitsa River, two parts can be distinguished according to the hydrological characteristics and nature of overgrowing. The first part is a reach with a length of 1,9 km and a width of up to 150 m with a slow current and wide (15-25 m) located along the coast with thickets of semi-aquatic vegetation - mainly *Phragmites australis* and *Typha angustifolia*. Floating vegetation in the form of *Nuphar lutea* with small patches of *Nymphaea candida* is concentrated on the shallow water of the channel part of the water area, sometimes blocking the entire river channel.

The submerged vegetation was marked both in shallow water near the coast and riverbed shallow water near the overgrowths of the floating vegetation and is represented by *Potamogeton lucens, P. perfoliatus* and *Ceratophyllum demersum*. The total area of overgrowing is up to 50% of the reach area.

The other part (1,1 km long and 10-15 m wide) is overgrowing stream with fallen trees blocking the bed. Numerous canes of reed and less often sedge meadow vegetated are located along the cost. In places shaded by trees, aquatic vegetation along the whole channel is represented by cenoses of a brandy-bottle, overgrown up to 80% of the water area.

The 49 species of flowering plants were found in 2016 during the investigation of Mertvitza River. Rare species of plants listed as protected in the Russian Federation or in the Red book of Leningrad region were not detected among them. The main phytocenoses of aquatic vegetation are represented by phytocenoses of *Typha angustifolia, Carex acuta, Phragmites australis, Nuphar lutea, Ceratophyllum demersum*, and *Potamogeton perfoliatus.*

Checklist of Mertvitza River flowering plants in the buffer area of the pipeline:

Family Equisetaceae
1. *Equisetum fluviatile* L.

Family Typhaceae
2. *Typha angustifolia* L.
3. *Typha latifolia* L.

Family Sparganiaceae
4. *Sparganium emersum* Rehm
5. *Sparganium erectum* L

Family Potamogetonaceae
6. *Potamogeton lucens* L.
7. *Potamogeton natans* L.
8. *Potamogeton pectinatus* L.
9. *Potamogeton perfoliatus* L.

Family Alismataceae
10. *Alisma plantago-aquatica* L.
11. *Sagittaria sagittifolia* L.

Family Butomaceae
12. *Butomus umbellatus* L.

Family Hydrocharitaceae
13. *Stratiotes aloides* L.
14. *Hydrocharis morsus-ranae* L.

Family Poaceae
15. *Alopecurus aequalis* Sobol.
16. *Agrostis stolonifera* L.
17. *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert
18. *Phragmites australis* (Cav.)Trin ex Steud

Family Cyperaceae
19. *Scirpus lacustris* L.
20. *Scirpus radicans* Schkuhr
21. *Eleocharis palustris* (L.) Roem et Schult.
22. *Carex acuta* L.
23. *Carex aquatilis* Wahlb.
24. *Carex vesicaria* L.
25. *Carex rostrata* Stokes

Family Lemnaceae
26. *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.
27. *Lemna minor* L.
28. *Lemna trisulca* L.

Family Iridaceae
29. *Iris pseudacorus* L.

Family Polygonaceae
30. *Rumex aquaticus* L.
Family Nymphaeaceae
31. *Nuphar lutea* (L.) Smith.
32. *Nymphaea candida* J. Presl
Family Ceratophyllaceae
33. *Ceratophyllum demersum* L.
Family Ranunculaceae
34. *Caltha palustris* L.
35. *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach.
Family Brassicaceae
36. *Rorippa amphibia* (L.) Bess.
Family Rosaceae
37. *Comarum palustre* L.
38. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.
Family Lythraceae
39. *Lythrum salicaria* L.
Family Haloragaceae
40. *Myriophyllum spicatum* L.
Family Apiaceae
41. *Cicuta virosa* L.
42. *Sium latifolium* L.
43. *Oenanthe aquatica* (L.) Poir.
Family Primulaceae
44. *Lysimachia vulgaris* L.
45. *Lysimachia nummularia* L.
Family Boraginaceae
46. *Myosotis palustris* Lam.
Family Lamiaceae
47. *Stachys palustris* L.
48. *Lycopus europaeus* L.
Family Rubiaceae
49. *Galium palustre* L.

REFERENCES

1. *Katanskaya V.M.* Higher aquatic vegetation of continental waters of the USSR. L., 1981. Science. 187s.
2. *Mayevsky PF.* Flora of the middle zone of the European part of the USSR. L., 1964. 880s.
3. *Cherepanov S.K.* Vascular plants of Russia and adjacent states. SPb., World and Family, 1995. 992s.

Brief information about the author

Lyashenko Gennady Fedorovich, Ph.D.
Senior Researcher, Laboratory of Environmental Toxicology.
Specialization: hydrobiology, toxicology.
E-mail: gfl@mail.ru

УДК 504.054:616.9(063)

Е. В. Дубинина

ПРОБЛЕМЫ ГОРОДОВ: АНТРОПОГЕННЫЙ ПРЕСС И КЛЕЩЕВЫЕ ИНФЕКЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук: Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., дом 1
E-mal: anadev@yandex.ru

В статье рассмотрено влияние потепления климата, роста городов, загрязнение среды, на функционирование природных очагов трансмиссивных инфекций, опасных для людей. В последнее время наблюдают: удлинение периода активности клещей, сдвиг очагов на северо-восток, множественное заражение клещевыми возбудителями. Перелетные птицы заносят на территории городов вирус Западного Нила, а население, интенсивно потребляя мясо птицы, подвергается риску возникновению вспышек птичьего гриппа.

Ключевые слова: изменения климата; техногенное загрязнение среды; тяжелые металлы; экотоксиканты; моноторинг; трансмиссивные инфекции; возбудители; *Ixodes*; клещи-переносчики.

Мониторинг двух аллопатрических популяций кровососущих клещей рода Ixodes, переносчиков опасных инфекций человека, проводили на побережье Балтийского моря с 1999 г. Многолетние исследования таежного клеща, *Ixodes persulcatus*, проходили в окрестностях Санкт-Петербурга на участке шоссе Петербург—Хельсинки (ж/д. станция «Морская»), лесного клеща, *Ixodes ricinus*, – на Куршской косе (Калининградская обл.) вдоль шоссе Калининград (поселок «Лесное»)—Клайпеда. Оба вида широко распространенны по территории северо-восточной и центральной России; их ареалы простираются от Балтики до побережья Тихого океана, частично перекрываются в европейской части России. Оба вида являются серьезными переносчиками клещевых заболеваний людей: вируса клещевого энцефалита (3-х субтипов), болезни Лайма (иксодовых клещевых боррелиозов), а также эрлихиозов, бабезиозов и риккетсиозов. Получены доказательства множественного характера заражения смешанными инфекциями, что ведет к утяжелению течения болезни. Глобальное потепление климата приводит к изменению ареалов клещей и переносимых ими инфекций, увеличению их активности в течение сезона. Клещевые инфекции стали обязательным компонентом заболеваемости горожан, что связано с расширением контактов населения с природой и с проникновением клещей в города с перелетными птицами и грызунами из окружающей природы. Главным фактором антропогенной нагрузки – автодороги. Большая часть населения России проживает в городах, подверженных выбросам загрязняющих веществ от промышленных предприятий, жилищно-коммунальных хозяйств, автотранспорта. С начала 2009 г. в Санкт-Петербурге рост общего объема выбросов увеличился более чем в 2 раза в связи со значительным увеличением автотранспорта; за этот период заболеваемость населения возросла в 1.4 раза [4]. Концепция «Здоровье среды», провозглашенная в 2000 г., послужила началом изучения [1, 2] механизмов воздействия антропогенного пресса на биологию кровососущих членистоногих, клещей-переносчиков болезней человека и сельскохозяйственных животных. Методами исследования были: морфологический (изучение характера покровов клещей), генетический (метод энзимоди-

агностики и ПЦР), микробиологический (диагностика внутренней среды переносчиков), химический (содержание тяжелых металлов и в самих клещах, и в окружающей среде) и статистический (создание электронной базы данных). Впервые была выявлена фенотипическая разнородность особей, составляющих популяции. У части популяции наружные покровы клещей оказались деформированными (аномалии экзоскелета) с вдавлениями или выпуклостями на поверхности спинных щитков и самок, и самцов (Фото). Была выявлена причина этого явления – накопление в клещах тяжелых металлов. Методом инверсионной вольтамперометрии были исследованы на содержания Cd, Pb, Cu, Zn и клещи, и среда их обитания (почва) [6]. Кадмий (Cd) – один из самых опасных экотоксикантов. В живых организмах именно Cd замещает Ca, входящий в основу всех скелетных образований; ионные радиусы этих элементов различаются всего на 0.05 Å. Накопление ионов Cd и Pb в организме меняют их метаболизм, что проявляется в структуре их хитинового экзоскелета. Глобальный характер открытого феномена и статистическая обработка всего объема материала на территории различных регионов РФ и ряда европейских стран (Литвы, Польши, Дании, Англия) показало четкую корреляцию наличия аномалий экзоскелета клещей и повышенное содержание Cd в них. Аномальные клещи накапливают Cd в 1.5–2.5 раза больше, чем нормальные. В популяции аномальные клещи, толерантные к тяжелым металлам, и, как следствие, со сниженным иммунитетом, более активны и заражены множественными клещевыми патогенами [3]. Доказано, что концентрация Cd чётко коррелирует со степенью аномальности клещей, накоплением тяжелых металлов (маркер - аномалии покровов клеща), что изменяет свойства самой популяции и увеличивает её значение в эпидемиологии клещевых инфекций [5]. Четырехлетний эксперимент изучения онтогенеза лесного клеща *I. ricinus* выяснил, что аномалии экзоскелета, как маркера толерантности к Cd, наследуются и в 1-м, и во 2-м дочерних поколениях, тем чаще, чем больше Cd (в мг/кг) в материнском организме. Доказано, что процент аномальных клещей в популяции может служить показателем антропогенного загрязнения территории и роста опасности таких клещей - переносчиков. Проведенный анализ причинно-следственных связей позволяет воспринимать наблюдаемый феномен как пример образования рукотворного, создаваемого самим человеком **порочного круга – circulus vitiosus**: 1) увеличение давления на биоту: накопление тяжелых металлов в воде, почве, растительности, животных-прокормителях и клещах; 2) появление аномальных кадмий-толерантных кровососущих клещей; 3) рост в популяции численности зараженных клещевыми инфекциями особей; 4) увеличение частоты и множественности заражения таких клещей и опасности заболеваний ими людей; 5) уве-

Фотографии. Самки таежного клеща *Ixodes persulcatus,* С.-Петербурга.
Фотографии: 1 – нормальная, 2 – аномальная, 3 – электронная сканирующая фотография вдавления на поверхности хитинового экзоскелета.

личение опасности заражения смешанными клещевыми инфекциями, течение которых протекает дольше и тяжелее. **Таким образом, загрязнение среды ведет к изменению функционирования природных очагов трансмиссивных инфекций и здоровья населения** [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев, А. Н.* Влияние глобального изменения климата на кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими возбудителей болезней // Вестник РАМН – 2006. – № 3. – С. 21–25.
2. *Алексеев, А. Н., Дубинина, Е. В., Юшкова, О. В.* 2008. Функционирование паразитарной системы «клещ—возбудитель» в условиях антропогенного пресса. – Санкт-Петербург, 2008. – 147 с.
3. *Дубинина, Е. В.* Глобальное потепление климата, изменение ареалов переносчиков, появление видов-вселенцев и переносимых ими возбудителей болезней // Пест-Менеджмент (РЭТ-инфо). – 2017. – № 1(191). – С. 14–24.
4. *Голубев, И. Р., Новиков, Ю. В.* (ред.) Окружающая среда и её охрана. – Москва: Огни, 2015. – 192 с.
5. *Alekseev, A. N., Dubinina, H. V., Jushkova, O. V.* Influence of anthropogenic pressure on the system “tick—tick-borne pathogens”. Pensoft, Sofia – Moscow – St. Petersburg: 2010. – 190 p.
6. *Dubinina, H. V., Alekseev, A. N., Svetashova, E. S.* New Ixodes tick populations appearing as a result of, and tolerant to, cadmium contamination // Acarina. – 2004. –Vol. 12, No. 2. – P. 141–149.
7. Госзадание N AAAA-A19-119020790106-0

Краткая информация об авторах

Дубинина Елена Всеволодовна, к.б.н., с.н.с.
Ведущий научный сотрудник, лаборатория молекулярной систематики.
Специализация: паразитология, экология, биология клещей
E-mail: anadev@yandex.ru

H. V. Dubinina

THE PROBLEM OF TOWNS: ANTROPOGENIC PRESSURE AND TICK-BORNE INFECTIONS

Zoological institute of Russian Academy of Sciences
1, Universitetskaya nab., St.Petersburg, Russia, 199034
E-mal: anadev@yandex.ru

The subject of this article is the influence of the global warming, urbanization, environmental pollution by heavy metals on the foci of natural infections. Mixed infections clinic is longer and

heavier. The multi infections of ticks are expressed in town' foci by migratory birds. Such birds, especially within anomalous warm years introduced the infection of West Nile fever on the territories much further north. The mentioned factors subject town' inhabitants by the risk of the sparks of the bird influenza especially because of plentiful use of the bird flesh.

Keywords: climate changes; environmental pollution; heavy metals; ecotoxicants; transmissible infection; pathogens; *Ixodes*; ticks vectors.

This article is a result of monitoring of two allopatric populations of blood-sucking ticks *Ixodes* which are vectors for dangerous human diseases at the coastal area of the Baltic Sea. Monitoring of the taiga tick, *Ixodes persulcatus*, was carried out in the forest area along highway St. Petersburg—Helsinki (near Morskaya railway station in the vicinity of St. Petersburg, on the northern shore of the Gulf of Finland). Monitoring of the sheep tick, *Ixodes ricinus*, was carried out in the forest area along highway Kaliningrad (near Lesnoe)—Klaipeda (Curonian Spit, Kaliningrad enclave). Both species widely distributed in Eurasia. The distribution of I. ricinus and I. persulcatus are vast areas of forest from Baltic Sea to the Pacific Ocean coast, partly overlapping in European Russia.

The role of these two species in transmission of tick-borne encephalitis (three TBE subtypes: the Far East, the Western European and the Siberian) and ixodid tick-borne borrelioses has been broadly recognized, but ticks also appear to transmit such less known agents of infections as ehrlichiosis, babesioses, rickettssioses and bartonellosis. In our study, we also aimed at identifying the pathogens that, not yet diagnosed in clinical practice, are known to be the possible agents of human diseases. Our data proved significantly that tick-borne multiple infections with pathogens of various nature (viruses, bacteria, protista) was a rule rather than an exception. The presence of these pathogens was shown to alter the response of the infected ticks to abiotic environmental factors. Moreover, these changes were revealed to differ in normal and anomalous ticks. Climatic changes render considerable impacts both on the functioning of biocoenoses and on the human economic activities. Global warming leads to shifts in the distribution areas of ticks and tick-borne infections. Another important consequence of climate warming is prolongation of the tick activity season and thus of the epidemiologically hazardous time. Tick-borne infections have become an obligatory component of the morbidity of city-dwellers. This is related to increasing contacts of people with nature and to growing colonization rates by infected ticks of urban habitats, especially megapolises. Ticks get into the cities along the vegetation patches in gardens and parks and/or with the help of migratory birds. At present, most of the human population is confined to cities, where natural environments are affected by pollutants emitted by industrial enterprises, housing and communal services, and cars. Cities are surrounded by areas with chronic pollution of soils with heavy metals. This results in an increased prevalence of anomalous ticks in *Ixodes* populations. In other words, there is an increasing number of ticks that are more active and more heavily infected with more pathogens. Ticks were studied with the use of the following methods and techniques: morphological for examination of exoskeleton (normal and abnormal), genetic by enzyme diagnostics and PCR (with sequencing), chemical by measurements of heavy metal content in various objects, and statistical. Presence or absence of morphological changes (anomalies) in the exoskeleton were examined in all the ticks. Phenotypic investigations were conducted in the laboratory under a binocular stereomicroscope. For the detection of heavy metals in blood-sucking ticks a comparative stripping voltamperometry (coulometry) was applied for the first time in scientific practice (Dubinina et al., 2004). Using this technique allowed a simultane-

ous investigation of the object (soil, snow or a group of 25 ticks) to be made to reveal the presence of four metals: cadmium (Cd), zinc (Zn), lead (Pb) and copper (Cu). Thus, anomalous individuals were found in all of the *Ixodes* populations. Statistically processing of the results of the chemical analyses of tick samples collected in the monitoring areas, as well as in some other regions in Russia (Veliky Novgorod, Cherepovets, Novosibirsk) and some other European countries (Lithuania, Poland, England, Switzerland) demonstrated a distinct correlation between the presence of exoskeleton anomalies and the Cd content in the samples. The presence of individuals with exoskeleton anomalies in tick populations is a global phenomenon (Alekseev et al., 2010). All Ixodes populations were represented by two phenotypically different groups. The main sources of Cd are fuel exhausts from combustion engines, gas emissions of enterprises, and pesticides. This element is get accumulated in microorganisms, as well as in plant and animal tissues. Cd is one of the most hazardous ecotoxicants. The size of ions is usually more important for substitution than the identity of the charge. CD^{2+} and Ca^{2+} occupy neighbouring places in the table of effectiveness of ion radii, their radii differing only by 0.05 Å. Of the heavy metals in living organisms, it is Cd that can replace Ca, the basis of all skeletal formations (Fig.). Accumulation of ions of Cd and Pb in ticks changes their metabolism and, as we have shown, is reflected in the anomalies in the structure of their chitinous exoskeleton (Fig.). The influence of heavy metal ions on the capacity of *Ixodes* ticks to be vectors was revealed. In both monitoring areas seven pathogens were identified in the ticks: tick-borne encephalitis virus, three *Borrelia* species, *Ehrlichia*, *Anaplasma*, Rickettsia species and the protozoan *Babesia microti* (Alekseev et al., 2004a, b). The infected vectors are more active and thus more dangerous to humans. Attachment of such ticks is all the more hazardous because ticks with high accumulations of Pb and Cd are more frequently infected with two or even three pathogens simultaneously.

An increasing number of anomalous mixed-infected ticks enhances the risk of infectious diseases. Chemical pollution of the environment changes the functioning of natural infection foci. An analysis of cause-effect relationships allows to characterize it as an anthropogenic **circulus vicious**: 1) increase in anthropogenic pressure upon biota; 2) pollution with heavy metal ions and their accumulation in the environment; 3) chronic intoxication of the animals the ticks feed on; 4) emergence of anomalous, Cd-tolerant ticks, and growth of their numbers in the population; 5) increased prevalence of infections in such ticks and thus their increased danger related both to their rising numbers in the populations and their pathogens per tick; 6) increased morbidity of humans associated not only with common tick-borne infections, but also with opportunistic ones which can be transmitted by anomalous, Cd-tolerant ticks; 7) increased hazard of mixed infection, with an aggravated clinical course.

Fig. The females of taiga tick *Ixodes persulcatus* from St. Petersburg.
Photographs of: 1 – normal, 2 – anomalies, 3 – scanning electron micrographs of excavation on the scutum.

To summarize, the growing number of contacts of humans with foci of tick-borne infections being promoted by growing number of private cars.

Brief information about authors

Dubinina H.V. PhD (Biol.-Parasitol.)
Leading researcher
Area of expertise: parasitology, ecology, biology of ticks, monitoring
E-mail: anadev@yandex.ru

УДК 502.131, 504.5, 339.9

М.В. Минина, Г.М. Нелепин

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО СОКРАЩЕНИЮ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» - Северо-Западный институт управления Россия, 199178, Санкт-Петербург, Средний проспект В.О., 57/43
E-mail: minina-mv@ranepa.ru

В статье будут рассмотрены вопросы международного сотрудничества стран региона Балтийского моря в сфере охраны окружающей среды. Основная проблема загрязнения бассейна Балтийского моря - антропогенный фактор, в этой связи предлагается комплекс мер по улучшению экологической ситуации, включая совершенствование нормативно-правовой базы и правоприменительной практики, симулирование предприятий к переходу на экологически чистые, инновационные технологии.

Ключевые слова: акватория; источники загрязнения; конвенция; природоохранные мероприятия; снижение негативного воздействия.

Коллективная цель государств региона - возрождение экологии Балтийского моря. Для Балтийского моря при учете его географического положения, ресурсного и экономического потенциалов вопросы международного сотрудничества в сфере охраны окружающей среды анализируются важнейшим фактором достижения целей устойчивого развития.

Основным источником загрязнения Балтийского моря и важной экологической проблемой является излишек фосфора и азота, образующихся при смывании удобренных полей с коммунальными стоками и отходами. Присутствие загрязненных веществ делает море «удобрением», что приводит к росту: выбросов питательных веществ, скоплению питательных веществ и прозрачности воды, но уменьшению глубины. При большом воз-

действии вредных веществ и природной обособленности вода в море утрачивает кислород и зарастает сине-зелеными водорослями, выделяющими цианистые соединения. Раз в год неочищенные сточные воды сбрасывают в Балтийское море из туалетов и душевых кабин круизных паромов. Балтийское море очень подвержено выбросам нефти и нефтепродуктов, крайне уязвимо к загрязнению из-за суровых климатических условий и низких темпов биодеградации нефтепродуктов.

Международное сотрудничество в Балтийском регионе должно содействовать сохранению биологического разнообразия и его действенному применению. В области охраны окружающей среды и природопользования международное сотрудничество формируется по следующим направлениям: сокращение и устранение радиоактивного загрязнения Балтийского моря; запрет на выбросы предприятий в регионе; реализация программ по созданию экологически чистых производств на предприятиях, загрязняющих Балтийское море; приумножение биологического разнообразия и стабильного лесопользования; обустройство городов чистой питьевой водой.

В 2006 г. Совет Министров Северных государств принял особую программу сотрудничества с некоммерческими организациями (НПО) для региона Балтийского моря, целью которого было формирование партнерства Северных государств, Польши, Беларуси, России и стран Балтии. Программа сотрудничества с НПО рассматривается моделью тройственного партнерства, и в ней принимает участие один партнер из государств Северной Европы, государств Балтии или Польши, Белоруссии и России. В обязанности выбранного государства Балтийского региона входит проработка и исполнение морской стратегии, определяющие важнейшие направления деятельности по защите и сохранению морской среды, восстановлению экосистем в регионах, предотвращению и сокращению выбросов в морскую среду.

Балтийское море - водосборный бассейн для двухсот рек. Большую часть общей площади бассейна Балтийского моря дренируют крупные реки Нева, Висла, Западная Двина, Неман, как раз в них находится колоссальная часть загрязняющих веществ, образующихся после антропогенной деятельности на территории. При недостаточности кислорода возникают процессы разложения, выделения сероводорода, вредоносного для обитателей моря. Еще одна значительная проблема Балтийского моря - скопление тяжелых металлов, таких как ртуть, свинец, медь, цинк, кадмий, кобальт, никель. В настоящее время прорабатываются детальные правила, которым нужно следовать для предупреждения загрязнения с судов нефтью, сыпучими химическими веществами, сточными водами, мусором, упаковочными материалами из вредных полимерных соединений. Согласно Конвенции, государства должны запрещать затопление отходов в Балтийском море, позволив только контролируемый сброс не загрязняющих пород. Они должны принимать экологические меры по сокращению загрязнения морской среды при исследовании или эксплуатации части ее дна и почвы. Коллективно сотрудничать для устранения разливов нефти и выбросов опасных веществ, проводить научные изыскания по оценке состояния окружающей среды Балтии.

Многие постановления ХЕЛКОМ принимаются в виде рекомендаций, которые нужно применять государствам в своем национальном законодательстве. В новом пересмотренном варианте 1992 г. из-за экономических и политических изменений в регионе Конвенция охватила территорию Белоруссии, Норвегии, Словакии, Украины и Чехии, включая более детальные критерии предотвращения загрязнения из наземных источников. Конвенция реализует принцип предотвращения и принцип «загрязнитель заплатит», заключает определенные требова-

ния в отношении большей открытости, доступа к информации и мер по осведомленности общественности.

Изменение климата, истощение озонового слоя, потеря биологического разнообразия, перенос загрязнителей на большие расстояния в Европе, трансграничная торговля опасными отходами и химическими веществами и загрязнение в результате международного морского судоходства и международной торговли подрывают экосистему Балтийского моря. Проблемы бассейна Балтийского моря нужно рассматривать в международном и глобальном контексте.

Итак, на Балтийское море оказывается интенсивное антропогенное воздействие. Продолжительное время состояние Балтийского моря и водозаборного бассейна ухудшалось, не было осуществлено никаких мер по понижению отрицательного воздействия на его окружающую среду. Но сейчас проводятся природоохранные мероприятия по понижению нагрузок от загрязнения Балтийского моря: модернизация оборудования, применение экологически чистых видов топлива, улучшение качества очистки сточных вод, переработки. Подписаны международные конвенции и соглашения о воссоздании и защите окружающей среды. В дальнейшем нужно улучшать нормативно-правовую базу: вводить и адекватно исполнять штрафные санкции, стимулировать предприятия к переходу на новое, экологически чистое оборудование, уделять внимание экологическому образованию людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альхименко А.И.* «Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними. Учебное пособие для ВУЗов», СПб: ОМ-Пресс, 2014 г.
2. *Весман А.В.* Современные проблемы Балтийского моря // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 3 [Электронный ресурс].
3. Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря (Хельсинская Конвенция), 22.03.1974, вступила в силу 03.05.1980 г.
4. «Промышленные загрязнители и токсиканты» *Петер Бэклунд, БьёрнХолмбом, Эрки Леппякоски;* СПб.: Гидрометеоиздат, 2006 г.
5. *Растоскуев В.В., Шалина Е.В.* «Геоинформационные технологии при решении задач экологической безопасности», СПб.: ВВМ, 2006 г.
6. Российский журнал биологических инвазий, 2010 №4 (Институт проблем экологии и эволюции им. Северцова, РАН) http://www.sevin.ru/invasjour
7. *Яковлев В.В.* «Нефть, газ, последствия аварийных ситуаций», СПб. СПбГПУ, 2013 г.

Краткая информация об авторах

Минина Марина Виссарионовна, к.т.н.
Доцент кафедры Государственного и муниципального управления.
Специализация: стратегическое развитие территорий муниципальных образований, пространственное планирование, геоинформационные системы в устойчивом развитии регионов.
E-mail: minina-mv@ranepa.ru

Нелепин Григорий Михайлович
Магистрант 2 курса магистратуры по направлению «Современное публичное управление»

M.V. Minina, G.M. Nelepin

INTERNATIONAL COOPERATION TO REDUCE ANTHROPOGENIC IMPACT IN THE BALTIC SEA

North-West Institute of Management, branch of RANEPA
Russia, 199178, Saint-Petersburg, Sredny prospect VO, 57/43
E-mail: minina-mv@ranepa.ru

The article will discuss the issues of international cooperation of the Baltic Sea region in the field of environmental protection. The main problem of pollution of the Baltic Sea basin-anthropogenic factor, in this regard, a set of measures to improve the environmental situation, including the improvement of the legal framework and enforcement practices, Simulation of enterprises to transition to ecologically clean, innovative technologies.

Keywords: water area; sources of pollution; convention; environmental measures; reduction of negative impact.

The common goal of the countries of the region is to restore the ecology of the Baltic sea. For the Baltic sea, considering its geographical location, resource and economic potential, the issues of international cooperation in the field of environmental protection are considered as one of the most important factors in achieving the sustainable development goals.

One of the main sources of pollution of the Baltic Sea and one of the most important environmental problems is the excess of phosphorus and nitrogen generated by the flushing of fertilized fields with municipal wastewater and waste. The presence of polluted substances makes the sea a «fertilizer», which leads to an increase in: nutrient emissions, nutrient concentrations and water transparency, but a decrease in depth.

At the most powerful impact of harmful substances and natural insulation water in the sea loses oxygen and overgrown with blue-green algae that emit cyanide compounds. Once a year, untreated wastewater is discharged into the Baltic sea from toilets and showers on cruise ferries. The Baltic Sea region is particularly prone to oil and oil product emissions. The Baltic sea is vulnerable to pollution due to harsh climatic conditions and low rates of biodegradation of petroleum products. International cooperation in the Baltic region should contribute to the conservation and effective use of biological diversity. In the field of environmental protection and environmental management, international cooperation is developing in the following areas: reduction and elimination of radioactive contamination of the Baltic sea; ban on emissions of enterprises in the region; implementation of programs to create environmentally friendly production facilities at the enterprises-pollutants of the Baltic sea; strengthening of biological diversity and sustainable forest management; arrangement of cities with clean drinking water.

In 2006, the Nordic Council of Ministers adopted a special program of cooperation with non-profit organizations (NGOs) for the Baltic Sea region. The purpose of which was to form a partnership of the Nordic countries, Poland, Belarus, Russia and the Baltic States. The program of cooperation with NGOs for the Baltic sea region is seen as a model of a triple partnership and

involves one partner from the Nordic countries, the Baltic States or Poland, as well as Belarus and Russia. The responsibilities of the selected country in the Baltic sea region include the development and implementation of a marine strategy that defines the main activities: protection and preservation of the marine environment, restoration of ecosystems in the regions, prevention and reduction of emissions into the marine environment.

The Baltic sea is a drainage basin for more than two hundred rivers. Most of the total area of the Baltic sea basin is drained by the largest rivers Neva, Vistula, Western Dvina, Neman, it is in them that there is a huge part of the pollutants formed as a result of anthropogenic activities on the territory. With a lack of oxygen begins the process of decay, the release of hydrogen sulfide, harmful to the inhabitants of the sea. Another significant problem of the Baltic sea is the accumulation of heavy metals such as mercury, lead, copper, zinc, cadmium, cobalt, Nickel. Approximately half of the total amount of these metals fall into the sea with atmospheric precipitation, the rest is discharged into the water area with the river flow of household and industrial waste. And one of the main problems of oil pollution of the Baltic sea. Detailed rules have been developed that must be followed to prevent pollution from ships with oil, bulk chemicals, sewage, garbage, packaging materials from harmful polymeric compounds. According to the Convention, countries should prohibit the flooding of waste in the Baltic sea, allowing only controlled discharge of non-polluting rocks. They are required to take environmental measures to reduce pollution of the marine environment in the exploration or exploitation of part of its bottom and soil. Cooperate collectively to eliminate oil spills and emissions of hazardous substances. Conduct research to assess the state of the Baltic environment.

Most HELCOM decisions take the form of recommendations that countries need to apply in their national legislation. In the new revised version of 1992, due to economic and political changes in the region, the Convention covers the territories of Belarus, the Czech Republic, Norway, Slovakia and Ukraine and includes more detailed measures and criteria for the prevention of pollution from land-based sources. The Convention implements the principle of prevention and the polluter-pays principle, contains a few requirements for greater openness, access to information and measures to raise public awareness.

Climate change, ozone depletion, loss of biodiversity, long-range transport of pollutants in Europe, transboundary trade in hazardous wastes and chemicals and pollution from international Maritime navigation and international trade undermine the Baltic Sea ecosystem. The problems of the Baltic sea basin should be considered in the broadest, international and global context.

Now the strongest anthropogenic impact is on the Baltic Sea. For a long time, the state of the Baltic sea and the entire water intake basin has been deteriorating and no measures have been implemented to reduce the negative environmental impact of the Baltic sea. But now several environmental measures are being carried out to reduce the loads from pollution of the Baltic sea: the modernization of equipment, the use of environmentally friendly fuels, improving the quality of wastewater treatment, processing. International conventions and agreements on the restoration and protection of the environment have been signed. In the future, it is necessary to improve the regulatory framework: to introduce and adequately implement penalties, to encourage enterprises to switch to new, environmentally friendly equipment, to pay attention to environmental education of people.

REFERENCES

1. *Alkhimenko A. I.* « Emergency oil spills in the sea and the fight against them. Textbook for Universities», St. Petersburg: OM-Press, 2014.
2. *Vesman A.V.* Modern problems of the Baltic sea / / Modern scientific researches and innovations. 2012. № 3 [Electronic resource].
3. Convention for the protection of the marine environment of the Baltic sea region (Helsinki Convention), 22.03.1974, entered into force on 03.05.1980.
4. «Industrial pollutants and toxicants» *Peter Backlund*, Burnholme, Erkrapahs; SPb.: Hydrometeoizdat, 2006
5. *Rastoskuev V. V., Shalina E. V.* «Geoinformation technologies in solving problems of environmental safety», St. Petersburg.: WMM, 2006
6. Russian journal of biological invasions, 2010 №4 (Institute of ecology and evolution. Severtsov, Russian Academy of Sciences) http://www.sevin.ru/invasjour
7. *Yakovlev V. V.* «Oil, gas, consequences of emergency situations», St. Petersburg. St. Petersburg state Polytechnical University, 2013

Brief information about the authors

Minina M.V., T.Sc.D. (Technical)
Associate professor
Area of expertise: strategic development of municipal areas, spatial planning, geoinformation systems in sustainable development of regions
E-mail: minina-mv@ranepa.ru

Nelepin G.M.
Master of 2 Master's courses in the direction of «Modern public administration»

УДК 632.15

И.А. Кузьмина

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЛИГОНА ОТХОДОВ НА ЭКОСИСТЕМУ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА ТКО В БАТЕЦКОМ РАЙОНЕ)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Россия, 173000, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41
E-mail irina-nov@mail.ru

В статье рассмотрено воздействие полигона на водные объекты, почву, растительность. Отмечено превышение концентраций загрязняющих веществ практически во всех компонентах экосистемы.

Ключевые слова: полигон ТБО; загрязнение; воздействие на окружающую среду.

Особую актуальность в России приобрела проблема загрязнения окружающей среды полигонами отходов. Основной путь утилизации твердых бытовых и промышленных отходов в нашей стране - это захоронение на специальных полигонах. Исследования последних десятилетий показали, что многие полигоны не отвечают природоохранным и санитарным требованиям. Это обуславливает острую необходимость организации мониторинга состояния окружающей среды в районах объектов размещения отходов. [1]

Цель: оценить негативное влияние полигона ТБО в д. Дорожно, Новгородского района на окружающую среду.

Исходя из поставленной цели можно обозначить следующие задачи:

1. Определить основные нормативно-правовые документы в области мониторинга полигона;
2. Выполнить отбор проб воды, почвы, растительности и снега в соответствии с нормативными требованиями;
3. Выполнить анализ проб;
4. Сделать заключение по полученным данным и оценить влияние полигона на окружающую среду.

Объектом исследования было предложено выбрать полигон твердых бытовых отходов, находящийся у деревни Дорожно Новгородского района. Поскольку из личного наблюдения были замечены изменения в окружающей среде, а именно: в пруде, находящемся около полигона водилась рыба, а после строительства полигона рыба пропала, а вода приобрела неприятный запах. Также, хотелось бы отметить, что периодически, слышны жалобы населения о неприятном запахе свалки и нежелательном соседстве, с заселившимися в последние годы чайками и воронами. А ведь они могут быть переносчиками серьезных заболеваний, таких как птичий грипп.

Для определения влияния полигона на окружающую среду были отобраны пробы воды, почвы, растительности и снежного покрова.

Отбор проб воды проводился в соответствии с ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. Пробы отобраны в ноябре 2016 года.

Объектом исследования являлись три ручья. Первый точкой является ручей Постенский находится на расстоянии 925 м впадает в р. Ниша и далее в оз. Ильмень — принят фоновой точкой.

Вторая точка отбора проб — это пруд, который находится на расстоянии 325 м от полигона захоронения отходов. До строительства полигона в этом пруде водилась рыба (караси, пискуны) и в нем купались люди. Но после строительства, в течении 5-10 лет, рыба пропала, а вода приобрела неприятный запах. Предполагается, что в данной точке происходит непосредственный контакт сточных вод с полигона и пруда.

Третья точка отбора проб является ручей, который находится на расстоянии 400 м. По предположению, на этот ручей также оказывается влияние полигона, возможно с поверхностным стоком, либо с грунтовыми водами, либо есть другие пути поступления. А так как этот ручей впадает в ручей Богдановец, который в свою очередь впадает в р. Нишу и дальше течет в оз. Ильмень, то соответственно загрязнения попадают во все представленные водные объекты.

На р. Ниша находится крупный нерестовый участок и зона остановки водоплавающих птиц на пролете. Загрязнение воды опасно, оно может нарушить природные процессы.

Исследование проб проводилась в комплексной химической лаборатории Новгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды следующими методами: измерение катионов и анионов производилось методом капиллярного электрофореза; измерение pH и электропроводности производилось потенциометрическим и электрохимическим методом анализа; СПАВ и нефтепродукты определяют флуориметрическим методом анализа; измерение концентрации элементов – методом атомно-эмиссионной спектрометрии.

Далее полученные данные были проанализированы и получены предварительные результаты. По результатам анализа снежного покрова были выявлены превышения над фоном по всем показателям, таким как NO^-_3, NO^-_2, SO_4^{2-}, NH_4^+, Na^+. В результате анализа почвы было отмечено превышение концентраций по следующим веществам: Cr^{3+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+}.

По количественному содержанию загрязнителей к доминирующим химическим веществам, превышающим установленные нормы, относятся: в воде – Cl^-, PO_4^{3-}, Cu^{2+}, Fe^{3+}(общее), K^+ и Na^+, Zn^{2+}, Ni^{2+}; в снежном покрове - $N0_3^-$, $N0_2^-$, NH_4^+, SO_4^{2-}, Na^+; в почве – Cr^{3+} (общий), Cu^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+}; во всей растительности было превышено содержание Pb^{2+}, а также в грибах, тыкве и физалисе – Cd^{2+}, а в тыкве еще и Zn^{2+}.

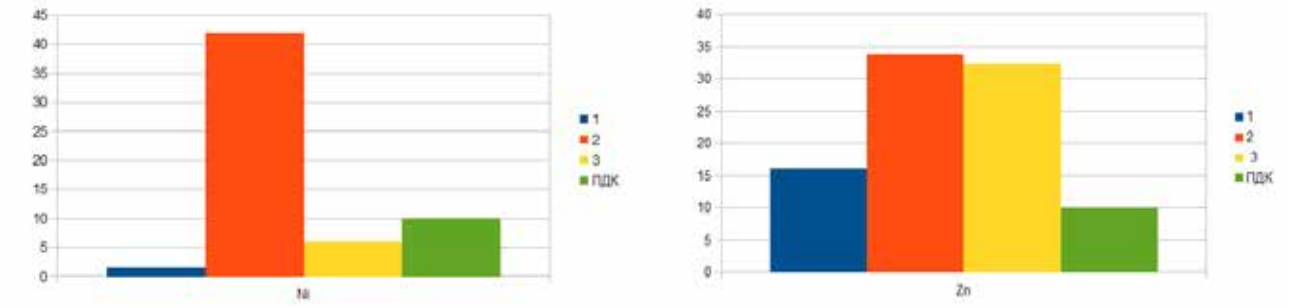


Рисунок 1 – Концентрация никеля и цинка в поверхностных водах

А также было доказано, что в точках отбора проб, где по предположению оказывалось большее влияние, действительно, повышенные в 2-4 раза или превышены концентрации по сравнению с фоновыми точками. К таким точкам относились: пруд около полигона, где водилась рыба; ручей Богдановец, впадающий в озеро Ильмень; почва и снежный покров, находящиеся с преобладающей по направлению ветра северо-восточной стороны от полигона ТБО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологическая оценка почв и отдельных компонентов окружающей среды в зоне размещения полигона твердых бытовых отходов. URL: http://www.dissercat.com (дата обращения: 12.04.2018).
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
3. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ
4. СНиП 2.01.28-85. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов.

Краткая информация об авторах

Кузьмина Ирина Анатольевна
Старший преподаватель кафедры экологии и природопользования.
Специализация: экологический мониторинг окружающей среды
E-mail: irina-nov@mail.ru

Irina Kuzmina

THE IMPACT OF LANDFILL WASTE ON THE ECOSYSTEM (FOR EXAMPLE LANDFILL MSW IN BATETSKY DISTRICT)

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Vocational Education "Yaroslav-the-Wise Novgorod State University"
Russia, 173000, Veliky Novgorod, Bolshaya St. Petersburg, 41
E-mail irina-nov@mail.ru

The article considers the impact of the landfill on water bodies, soil, vegetation. Excess concentrations of pollutants in almost all components of the ecosystem were noted.

Keywords: landfill; pollution; environmental impact.

Brief information about the authors

Kuzmina Irina Anatolyevna
Senior lecturer of the Department of ecology and nature management.
Area of expertise: environmental monitoring of the environment
E-mail: irina-nov@mail.ru

А.А. Музалевский

О ТЕПЛОВОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Российский государственный гидрометеорологический университет
Россия, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98. E-mail: muzalev@rshu.ru

Аннотация. В сообщении отмечается, что стержневая проблема поддержания экологической безопасности на приемлемом уровне напрямую связана с необходимостью регулирования научно-технического прогресса. Среди глобальных проблем, стоящих перед челове-

чеством сформулированных еще в 1974 г. академиком П.Л. Капицей была указана проблема нарастания теплового загрязнения биосферы [1, 4].

Примененные для оценки качества компонентов природной среды ПДК не способны отследить ситуацию по этому показателю. Более того, возникли новые проблемы, связанная с самим понятием ПДК. Множество и других вопросов на сегодняшний день еще ждут своего решения.

В этой связи в сообщении на основе термодинамического подхода для оценки уровня тепловых сбросов и выбросов предлагается применить понятие энтропии и наработки из теории диссипативных структур.

Ключевые слова: экологическая безопасность; глобальное потепление; тепловой перегрев; тепловые сбросы и выбросы; диссипативные структуры; энтропия.

1. Глобальное загрязнение. Деградация окружающей среды происходит непрерывно, но относительно чего надо отсчитывать исходное состояние? Изменяются условия в окружающей среде, но эволюционируют и живые организмы. Важный вопрос, а что же происходит быстрее. Если приспосабливаемость жизни вполне успевает за изменением внешних условий (а похоже, что это так), то, что было нормой вчера, может оказаться совсем другим сегодня или тем более завтра.

Очень важно также ответить на вопрос, а для кого норма? Казалось бы ясно - для человека. Но и здесь затруднения, так как норма для жителей разных регионов земного шара по многим показателям разная.

К глобальным загрязнениям относятся: **А) Тепловой перегрев Земли. Б) Дефицит кислорода. В) Избавление от промышленных и бытовых отходов.**

Именно эти причины полностью нарушили существующие в биосфере циклы миграции вещества и энергии.

Сказанное означает, что:

1. Для решения проблемы выживания необходимо приступить к разработке системы всемирной экологической безопасности, имея в виду, что самопроизвольное разрешение экологических кризисов в истории биосферы Земли всегда проходило путем катастрофического уничтожения источников возмущения.

2. Также необходимо приступить к отысканию альтернативы традиционным экстенсивным способам добычи не возобновляемых ресурсов, всерьез поставить задачу о переносе многих, особо вредных производств на Луну.

3. Наконец, следует отметить, что воздействие цивилизации на биосферу не может быть скомпенсировано в 3-х аспектах: **- тепловой эффект, - дефицит кислорода в больших городах - распространение отходов [2,3].**

2. Тепловой перегрев

На факт глобального потепления впервые указала на высоком правительственном уровне в 1987 г. Председатель Комиссии ООН премьер-министр Норвегии Гру Харлем Брутланд

Не вдаваясь в подробности, отметим, что для нас имеет смысл попробовать установить момент, начиная с которого пойдет необратимый процесс теплового перегрева. Однако здесь

налицо серьезная проблема, еще ждущая своего решения, - как связать локальные эффекты с глобальными. Конечно, сбросное тепло можно также считать отходами, но, наверное, это не принципиально. Важнее другое. А как быть с единицами измерения тепла? Ответ таков. Тепло может быть разного качества, как бы состоящее из раз¬личных компонентов, и не все компоненты вносят одинаковый вклад в тепловой перегрев, что на наш взгляд требует введения третьего важного параметра, отслеживающего ситуацию в тепловом балансе - энтропии.

С точки зрения экологической безопасности и оценки антропогенного воздействия на компоненты природной среды энтропия, безусловно, будет играть роль интегрального показателя.

Внутренние связи в комплексе, построенным человеком, схематически напоминают экологическую пирамиду, однако далеки от совершенства, На всех уровнях происходит сброс тепла, причем большая часть ИК - излучения имеет более короткие длины волн.

Очевидно, что данная задача не может быть решена без математического моделирования, без применения системной математики. И без количественных оценок, без соответствующих физических величин, адекватно описывающих тепловые балансы, тут не обойтись [2-4].

3. Диссипативные структуры

Самопроизвольное возникновение структур, их исчезновение и изменение в зависимости от изменения внешних условий в настоящее время составляют актуальную область разных отраслей знаний в термодинамике и в статистической физике, описываются одними и теми же уравнениями, охватывая широкий класс явлений в химии, физике, биологии.

Наряду с равновесными системами в термодинамике в реальной жизни мы практически всюду встречаем упорядоченные структуры как вихри в потоках воды или атмосфере, объекты живой природы, а также антропогенные объекты самого различного характера. Уже сразу ясно, что эти структуры не изолированы от окружающей среды ни в отношении обмена веществом, ни в отношении обмена энергией и в первую очередь тепловой. Подобные структуры называются диссипативными. Антропогенные структуры, безусловно, диссипативны и может показаться, что здесь нарушается II-е начало термодинамики. На самом деле с законом возрастания энтропии здесь все в порядке, т. к. каждая неравновесная открытая система, если она упорядоченная, генерирует рост энтропии как внутри себя, так и в окружающей среде. В системе «организм + среда» энтропия, конечно, возрастает. Этот подход позволяет многое понять. Согласно Пригожину, определяющим свойством открытой неравновесном структуры является индуцированный ею рост суммарной энтропии за счет понижения качества протекающих через нее энергии и вещества [3].

4. Об энергетическом и энтропийном балансе Земли

Для оценок необходимо выбрать модель. Пусть в первом приближении справедлива модель абсолютно черного тела.

Подчеркнем, что процессы на Земле идут не за счет энергии (или ее изменения) как таковой, а за счет изменения ее качества. Энергия солнечного излучения деградирует, энтропия повышается, и за счет этого происходят все процессы на земном шаре, и деградированная энергия более низкого качества уходит в космическое пространство.

Из расчетов вытекает важный вывод: при заданном количестве и качестве солнечного излучения можно добиться существенного увеличения энергетической эффективности более глубокого «охлаждения» уходящего излучения. При этом уходящее излучение будет более

длинноволновым, на что потребуется большее число фотонов, что и означает рост энтропии. Вышеназванный процесс происходит благодаря растительному покрову Земли, он ускоряет рост энтропии Вселенной, но «создает упорядоченность локально».

Это значит, что можно организовать энергетику Земли, не прибегая к дополнительным мерам. Этот серьезный вывод может быть расценен как тормоз на пути технического прогресса, что, конечно, неприемлемо. Как быть в такой ситуации в общем уже сейчас ясно и один из возможных путей - это повышение эффективности технического прогресса.

Заключение

1. Земля - это открытая термодинамическая система. Она получает энергию высокого качества от Солнца и отдает ее в космическое пространство в виде низкокачественной энергии излучения.

2. Закон возрастания энтропии - важнейший закон, с помощью которого могут быть поняты подходы и действия необходимые для поддержания и развития жизни, а также для продолжения и развития всей производственной деятельности.

3. Из закона возрастания энтропии следует, что необходимо, с одной стороны, искать источники высококачественной энергии и вещества, с другой - избавлять среду обитания от использованных низкокачественной тепловой энергии и вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *К.Я. Кондратьев и др.* Экология и политика. РАН, СПб НИЦЭБ, 1993 г.
2. *И. Пригожин, А. Николис.* Биологический порядок, структура и неустойчивость. УФН, 1973, т. 109, с. 517 - 544.
3. *К.К. Ребане.* Энергия, энтропия, среда обитания. Таллин, 1984 г.
4. *П.Л. Капица* Глобальные проблемы и энергия. В кн.: Эксперимент, теория, практика. М., Наука, 1981 г.

Краткая информация об авторе

А.А. Музалевский, д.т.н., профессор
E-mail: muzalev@rshu.ru

A.A. Muzalevsky, Doctor of Technical Sciences, Professor

ON THE HEAT POLLUTION OF THE COMPONENTS OF THE ENVIRONMENT OF ST. PETERSBURG

Russian State Hydrometeorological University.
Russia, St. Petersburg, Malookhtinsky pr., 98. E-mail: muzalev@rshu.ru

The report notes that the core problem of maintaining environmental safety at an acceptable level is directly related to the need to regulate scientific and technological progress. Among the global

problems facing humanity formulated as early as 1974 by academician P.L. Kapitsa indicated the problem of increasing thermal pollution of the biosphere [1, 4]. The MPCs used to assess the quality of the components of the natural environment are not able to track the situation according to this indicator. Moreover, new problems have arisen related to the very concept of MAC. Many other issues are still pending. In this regard, in a communication based on a thermodynamic approach, it is proposed to apply the concept of entropy and best practices from the theory of dissipative structures to assess the level of thermal discharges and emissions.

Keywords: Ecological safety; global warming; thermal overheating; thermal discharges and emissions; dissipative structures; entropy.

1. Global pollution

Environmental degradation occurs continuously, but as to what should the initial state be considered? Conditions in environment change, but also live organisms evolve. The important question is what happens faster. If the adaptability of life is fully satisfied with the change in external conditions (and it seems that this is so), what was the norm yesterday may turn out to be completely different today or tomorrow.

It is also important to answer the question, but for whom is the norm? It would seem clear - for a man. But here too there are difficulties, since the norm for the inhabitants of different regions of the globe is, by many indicators, different.

Global pollution includes: A) Thermal overheating of the Earth. B) The lack of oxygen. C) Disposal of industrial and domestic waste.

These very reasons completely violated the migration cycles of matter and energy in the biosphere.

This means that:

1. To solve the problem of survival, it is necessary to start developing a system of world-wide environmental safety, bearing in mind that the spontaneous resolution of environmental crises in the history of the Earth's biosphere has always been through the catastrophic destruction of sources of disturbance.

2. It is also necessary to begin to find an alternative to the traditional extensive methods of extracting non-renewable resources, to seriously set the task of transferring many, especially hazardous industries to the Moon.

3. Finally, it should be noted that the impact of civilization on the biosphere cannot be skimmed in 3 aspects: - thermal effect, - oxygen deficiency in large cities - waste distribution [2,3].

2. Thermal overheating

The fact of global warming was first pointed out at a high government level in 1987. Chairman of the UN Commission, Norwegian Prime Minister Gro Harlem Brutland Without going into details, we note that it makes sense for us to try to establish the moment from which the irreversible process of thermal overheating will begin. However, there is a serious problem, still waiting to be solved, how to connect local effects with global ones. Of course, waste heat can also be considered waste, but probably it does not matter. More than that. And what about the units of measurement of heat? The answer is. Heat can be of different quality, as if consisting of different components, and not all components make the same contribution

to thermal overheating, which in our opinion requires the introduction of a third important parameter that monitors the situation in the heat balance - entropy.

From the point of view of environmental safety and assessment of anthropogenic impact on the components of the natural environment, entropy will certainly play the role of an integral indicator.

Internal communications in a complex built by a man remind the ecological pyramid schematically, but are far from perfect. Heat is lost at all levels, and most of the IR radiation has shorter wavelengths.

Obviously, this problem cannot be solved without mathematical modeling, without the use of system mathematics. And without quantitative assessments, without corresponding physical quantities that adequately describe heat balances, this is not enough [2–4].

3. Dissipative structures

Spontaneous occurrence of structures, their disappearance and change depending on changes in external conditions, currently constitute the actual area of different branches of knowledge in thermodynamics and in statistical physics, are described by the same equations, covering a wide class of phenomena in chemistry, physics, biology.

Along with the equilibrium systems in thermodynamics in real life, we almost everywhere find ordered structures like vortices in streams of water or the atmosphere, objects of living nature, as well as man-made objects of a very different nature. It is clear that these structures are not isolated from the environment with respect to the exchange of matter, or with respect to the exchange of energy and, first of all, thermal. Such structures are called dissipative. Man-made structures are undoubtedly dissipative, and it can be shown that the second principle of thermodynamics is violated. In fact, with the law of increasing entropy, everything is in order here, since each nonequilibrium open system, if it is ordered, generates a growth of entropy, both within itself and in the environment. In the system «organism + environment» entropy, of course, increases. This approach allows a lot to understand. According to Prigogine, the defining property of an open nonequilibrium structure is its induced increase in total entropy due to a decrease in the quality of the energy and matter flowing through it [3].

4. On the energy and entropy balance of the Earth

For estimates, you must select a model. Suppose that in the first approximation the model of an absolutely black body is valid.

We emphasize that the processes on Earth are not at the expense of energy (or its changes) as such, but due to changes in its quality. The energy of solar radiation is degrading, the entropy is increasing, and due to this, all processes on the globe occur, and the degraded energy of lower quality goes into space.

An important conclusion follows from the calculations: with a given amount and quality of solar radiation, it is possible to achieve a significant increase in the energy efficiency of a deeper «cooling» of the outgoing radiation. In this case, the outgoing radiation will be longer wavelengths, which will require a greater number of photons, which means an increase in entropy. The above process is due to the plant cover of the Earth, it accelerates the growth of the entropy of the Universe, but «creates orderliness locally.»

This means that it is possible to organize the energy of the Earth without resorting to additional measures. This serious conclusion can be regarded as a brake on the way of technical progress, which, of course, is unacceptable. How to be in such a situation in general is already clear and one of the possible ways is an increase in the efficiency of technical progress.

Conclusion

1. Earth is an open thermodynamic system. It receives high quality energy from the Sun and gives it to outer space in the form of low-quality radiation energy.

2. The law of increasing entropy is the most important law, with the help of which the approaches and actions necessary for maintaining and developing life as well as for continuing and developing all production activities can be understood.

3. It follows from the law of increasing entropy that, on the one hand, it is necessary to look for sources of high-quality energy and matter, and on the other, to rid the habitat of used low-quality thermal energy and matter.

REFERENCES

1. *K.YA. Kondratyev* and others. Ecology and politics. RAS, St. Petersburg NICEB, 1993
2. *I. Prigogine, A.Nikolis.* Biological order, structure and instability. UFN, 1973, t. 109, p. 517 - 544.
3. *KK Reban.* Energy, entropy, habitat. Tallinn 1984
4. *P.L. Kapitsa* Global problems and energy. In the book: Experiment, theory, practice. M., Science, 1981

Information about the authors

A.A. Muzalevsky, Doctor of Technical Sciences, Professor
Russian State Hydrometeorological University.
E-mail: muzalev@rshu.ru

УДК 635.24:635.21: 632.7

О. А. Старовойтова[1], В. И. Старовойтов[1*],
Н. В. Воронов[2], Г. С. Воронова[3], А. А. Манохина[4]

ВРЕДИТЕЛИ И СОРНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ПОСАДКАХ ТОПИНАМБУРА В КАРТОФЕЛЬНОМ СЕВООБОРОТЕ

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха
Россия, 140051, Московская область, Люберецкий район, п. Красково, ул. Лорха, дом 23, литер В
[*]E-mail: agronir1@mail.ru

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный гидрометеорологический университет
Россия, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский проспект, дом 98

[3]Санкт-Петербургская общественная организация Творческий союз изобретателей
Россия, 191119, Санкт-Петербург, Разъезжая ул., дом 15

[4]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева
Россия, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, дом 49

В статье описан видовой состав сорных растений на посадках оригинального семенного топинамбура и их роль как возможных резерваторов вредных организмов, определяющих сортовые и семенные качества клубней.

Ключевые слова: вредители; сорная растительность; вредные организмы; картофель; топинамбур.

Выращивать сельскохозяйственные растения следует с учётом двигательных сил агробиоэкоценозов, миграции, химических преобразований и энергетических ресурсов, происходящих на поле, роли этих процессов в земледелии; с учётом барьерных функций агроландшафтов и их компонентов; структуры почвенного покрова, характерной для природных ландшафтных зон, видов сорных растений, классификации основных видов вредителей и болезней и мер борьбы с ними [1, 2].

Исследования проводили в 2014-2016 гг. на испытательном участке «Экспериментальная база ВНИИКХ «Коренево» ФГБНУ ВНИИКХ имени А.Г. Лорха, который находится в типичных для центрального региона России условиях. Почва опытного участка полевых испытаний характеризуется как дерново-слабоподзолистая супесчаная с высокой обменной и гидролитической кислотностью; низкой гумусированностью (1,6-1,9 % гумуса).

Московская область – субъект Российской Федерации, входит в состав Центрального федерального округа и в целом характеризуется относительно умеренным фоном инфицирующей нагрузки и может рассматриваться как достаточно благополучный регион для организации собственного производства качественного семенного картофеля и топинамбура [3].

Закладку полевого опыта, учеты и наблюдения проводили в соответствии с требованиями методики полевого опыта (Доспехов Б.А.. 1985), Программы и методики оценки сортов топинамбура в тест – питомниках в рамках реализации программы Союзного государства «Инновационное развитие картофеля и топинамбура» на 2014 – 2016 гг. [4] и «Методики исследований по культуре картофеля», (НИИКХ, 1967), как культуры наиболее близкой по технологии выращивания.

Мониторинг фитофагов осуществляли по стандартной методике – Учетные растения (площадки). Первое обследование проводили при высоте растений до 50 см (июнь), второе – в период начала бутонизации (июль).

Учет сорных растений осуществляли визуальным методом учета сорняков, основанном на определении их численности.

При оценке заселенности вредителями проводили на основе визуального обследования растений в делянке (учетной площадке) получено, что на посадках коллекции топинамбура были замечены вредители.

Июнь: тли (Aphidoidea) – 0,46 шт./м^2, блошка крестоцветная (род Phyllotreta) – 0,14 шт./м^2, пилильщик желтый (Nematus leucotrochus) – 0,02 шт./м^2, подсолнечниковая огневка – Homoeosoma nebulellum Den. et Schiff. – 0,01 шт./м^2, трипс (Thrips spp.) – 0,01 шт./м^2, долгоносик (Tanymecus palliates Fabr.) – 0,006 шт./м^2, хрущ (Rhizotrogus solstitialis) – 0,004 шт./м^2, паутинный клещ (Tetranychus urticae) – 0,001 шт./м^2.

Июль: рапсовый клоп (Eurydema oleracea L.) – 1,22 шт./м^2, листоеды (Chrysomelidae) – 0,6 шт./м^2, моли мелкие разных видов (семейство Огневки — Pyralidae) – 0,27 шт./м^2, пяденицы (сем. Geometridae) – 0,2 шт./м^2.

При учете поврежденности ботвы растений листогрызущими вредителями по 5-балльной шкале отмечено, что лишь некоторые растения были повреждены, что соответствует 1 баллу по шкале – объедено до 5% листовой поверхности.

Важнейшей задачей на первых этапах семеноводства является производство семенного материала, свободного от вирусных, вироидных, бактериальных и грибных инфекций, а также фитогельминтозных инвазий. Учитывая, что одним из возможных внешних естественных источников возобновления вирусных болезней картофеля и топинамбура являются сорные растения, нами изучен видовой состав сорных растений на посадках оригинального семенного топинамбура и их роль как возможных резерваторов вредных организмов, определяющих сортовые и семенные качества клубней.

Обследование посадок топинамбура показало, что текущая засоренность достаточно широко варьировала по видовому составу. Анализ наличия сорной растительности свидетельствует, что число вегетирующих взрослых растений на 1 м^2 в наших исследованиях оказалось ниже порога вредоносности [5].

Из растений, представляющих сорный ценоз в посадках оригинального семенного топинамбура, 15,7 % – повсеместно встречаемые, занимающие устойчивую позицию среди сорных видов в посадках. В их числе полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris L.), пастушья сумка (Capsella bursapastoris (L.) Medic.), ежовник обыкновенный (Echinochloa crusgalli L.), звездчатка средняя (Stellaria media L.), фиалка полевая (Viola arvensis Murr.), осот полевой (Sonchus arvensis L.), марь белая (Chenopodium album L.), марь цветная (Chenopodium amaranticolor (Mill), дрема белая (Melandrium album (Mill.) Garcke), гречишка вьюнковая (Fallopia convolvulus (L.)A. Love).

9 видов (или 52,9%) потенциально опасны как возможные резерваторы вирусной инфекции и 2 видов (11,8 %) – как резерваторы фитогельминтозной инвазии (Ditylenchus destructor Thorne, 1945). Так, доля потенциальных резерваторов вирусной инфекции составляла в 63,6 %. Распространение имели осот розовый (Cirsium arvense (L.) Scop.), осот полевой, полынь обыкновенная, галинсога мелкоцветная (Galinsoga parviflora Cav.), одуванчик лекарственный (Taraxacum officinale Wigg.), василек синий (Centaurea cyanus L.), мать-и-мачеха (Tussilago farfaraL.), щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus L.), мята полевая (Mentha arvensis L.), пикульник обыкновенный.

ВЫВОДЫ

1. Московская область может рассматриваться как достаточно благополучный регион для организации производства качественного картофеля и топинамбура.

2. При учете поврежденности ботвы растений листогрызущими вредителями по 5-балльной шкале отмечено, что лишь некоторые растения были повреждены, что соответствует 1 баллу по шкале – объедено до 5% листовой поверхности.

3. Анализ наличия сорной растительности свидетельствует, что число вегетирующих взрослых растений в наших исследованиях оказалось ниже порога вредоносности

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений. 20.02.2012. № 12-06/82.
2. *Старовойтова, О.А.* Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии / *О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов, А.А. Манохина* // Вестник ФГБОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». – 2016. – Вып. № 6 (76). – С. 42–47.
3. *Старовойтова, О.А.* Агрометодика выращивания топинамбура / *О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов, А.А. Манохина* // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. – 2017. – Вып. №1 (77). – С. 7 – 13.
4. *Старовойтов, В.И.* Программа и методика оценки сортов топинамбура в тест – питомниках в рамках реализации программы Союзного государства «Инновационное развитие картофеля и топинамбура» на 2014 – 2016 гг. / *В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, Ю.П. Бойко, Ю.А. Масюк, С.Д. Киру, М.И. Ярошевич.* Брошюра. М. – ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. – 2014. – 6 с.
5. *Лунева, Н.Н.* Названия основных видов сорных растений флоры России и стран СНГ / Н.Н. Лунева, И.Н. Надточий. – ВИЗР. – 2003. – 20 с.

Краткая информация об авторах

Старовойтова Оксана Анатольевна, к.с.-х.н.
Ведущий научный сотрудник
Специализация: овощеводство, сельскохозяйственные машины
E-mail: agronir2@mail.ru

Старовойтов Виктор Иванович, д.т.н., профессор
Заместитель директора
Специализация: овощеводство, сельскохозяйственные машины, управление инновационными проектами
E-mail: agronir1@mail.ru

Воронов Николай Вячеславович, к.т.н., доцент
Доцент кафедры экологии и биоресурсов
Специализация: экология, водные ресурсы, овощеводство, природные и техногенные катастрофы.
E-mail: 7777777@mail.ru
Телефон: 8(905)263-97-77

Воронова Галина Степановна
Научный сотрудник
Специализация: экология, сельское хозяйство
E-mail: voronovags@mail.ru

Манохина Александра Анатольевна, д.с.-х.н., доцент
Доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины»
Специализация: сельскохозяйственные машины, овощеводство
E-mail: alexman80@list.ru

UDC 635.24:635.21: 632.7

O. A. Starovoitova[1], V. I. Starovoitov[1*],
N. V. Voronov[2], G. S. Voronova[3], A. A. Manokhina[4]

PESTS AND WEEDS IN THE PLANTINGS OF JERUSALEM ARTICHOKE IN POTATO CROP ROTATION

[1]All-Russian research institute of potato farming by A.G.Lorh
B, 23, Lorh str., Kraskovo settlement, Lyuberetsky District, Moscow Oblast, Russia, 140051.
[*]E-mail: agronir1@mail.ru

[2]Russian state hydrometeorological university
98, Malookhtinsky prospect, Saint Petersburg, Russia, 195196.

[3]Creative union of inventors
15, Razyezzhaya str., Saint Petersburg, Russia, 191119.

[4]Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya str., Moscow, Russia, 127550

The article describes the species composition of weeds on the original planting of seed Jerusalem artichoke and their role as potential reservoirs of harmful organisms that determine the varietal and seed qualities of tubers.

Keywords: pests; weeds; harmful organisms; potato; Jerusalem artichoke.

Agricultural plants should be grown taking into account the driving forces of agrobioecocenoses, migration, chemical transformation and energy resources occurring in the field, the role of these processes in agriculture; taking into account the barrier functions of agricultural landscapes and their components; the soil structure specific to natural landscape zones, the weed species, the classification of the main types of pests and diseases and measures to suppress them [1, 2].

The research was carried out in 2014-2016 at the test site of the Experimental Base of Korenevo Potato Research Institute, Federal State Budget Research Institution All-Russian Lorch Potato Research Institute, which is typical for Central Russia conditions. The soil of the test site for field trial is characterized as sod and weak podzolic sandy loam with high exchangeable and hydrolytic acidity; low humus content (1.6-1.9% humus).

Moscow region, a constituent entity of the Russian Federation, is a part of the Central Federal District and in general is characterized by a relatively moderate infecting load and can be considered as a well-situated region for the organization of production of home-grown high-quality seed potatoes and Jerusalem artichoke [3].

The field trial establishment, accounting and observation was carried out in accordance with the requirements of the field trial methodology (B.A. Dospekhov, 1985), the Program and Methodology for evaluation of varieties of Jerusalem artichoke in test nurseries in the framework of the Union State program «Innovative development of potatoes and Jerusalem artichoke» for 2014 – 2016 [4] and «Methods of research on potato cropper» (Potato Research Institute, 1967), as for the closest cropper in terms of cultivation.

Monitoring of phytophages was provided according to the standard methodology, the Accountable Plants (sites). The first research was carried out at plant height up to 50 cm (June), the second research was provided at the start of budding stage (July).

Monitoring of weeds was carried out by visual examination of weeds based on the determination of their number.

When assessing the population of pests on the basis of visual examination of plants on the working plot (the monitoring site) it was found that pest existed on the plantings of the Jerusalem artichoke collection.

June: aphids (Aphidoidea) – 0.46 pcs/m^2, crucifer flea beetles (Phyllotreta) – 0.14 pcs/m^2, pale-spotted gooseberry sawflies (Nematus leucotrochus) – 0.02 pcs/m^2, Eurasian sunflower moth – Homoeosoma nebulellum Den. et Schiff. – 0.01 pcs/m^2, thrips (Thrips spp.) – 0.01 pcs/m^2, Curculionidae (Tanymecus palliates Fabr.) – 0.006 pcs/m^2, Melolonthinae (Rhizotrogus solstitialis) – 0.004 pcs/m^2, spider mites (Tetranychus urticae) – 0.001 pcs/m^2.

July: rape bugs (Eurydema oleracea L.) – 1.22 pcs/m^2, leaf beetles (Chrysomelidae) – 0.6 pcs/m^2, various small moths (the grass moths family – Pyralidae) – 0.27 pcs/m^2, geometer moths (Geometridae family) – 0.2 pcs/m^2.

When monitoring the damage to the tops of plants by leaf-eating insects on a 5-point scale, it was noted that only some plants were damaged, which corresponds to 1 point on the scale – to 5% of the leaf surface was eaten.

The most important task in the early stages of seed production is the production of seed material that is free of viral, viroid, bacterial and fungal infections, as also phyto-helminthic infestations. Given that weeds are one of the possible external natural sources of resumption of viral diseases in potatoes and Jerusalem artichoke, we studied the species composition of weeds on the original planting of seed Jerusalem artichoke and their role as potential reservoirs of harmful organisms that determine the varietal and seed qualities of tubers.

Examination of Jerusalem artichoke plantings showed that the current contamination is varied widely enough in the species composition. Analysis of the presence of weed vegetation reveal that the number of vegetating adult plants per 1 m2 in our research was below the threshold of harmfulness [5].

Of the plants that represent the weed cenosis in the planting of the original seed-producing Jerusalem artichoke, 15.7% are commonly found species holding strong positions among weed species in the plantings. These include common mugwort (Artemisia vulgaris L.), shepherd's purse (Capsella bursapastoris (L.) Medic.), cockspur grass (Echinochloa crusgalli L.), chickweed (Stellaria media L.), field pansy (Viola arvensis Murr.), field milk thistle (Sonchus arvensis L.), white goosefoot (Chenopodium album L.), color goosefoot (Chenopodium amaranticolor (Mill), white campion (Melandrium album (Mill.) Garcke), wild buckwheat (Fallopia convolvulus (L.)A. Love).

9 species (or 52.9%) are potentially dangerous as viral infection reservoirs, while 2 species (or 11.8%) are potentially dangerous as phyto-helminthic infection reservoirs (Ditylenchus destructor Thorne, 1945). Thus, the proportion of potential reservoirs of viral infection was 63.6%. Creeping thistle (Cirsium arvense (L.) Scop.), field milk thistle, common mugwort, quickweed (Galinsoga parviflora Cav.), common dandelion (Taraxacum officinale Wigg.), cornflower (Centaurea cyanus L.), coltsfoot (Tussilago farfaraL.), common tumbleweed (Amaranthus retroflexus L.), field mint (Mentha arvensis L.), common hemp-nettle were widely distributed.

CONCLUSIONS

1. Moscow region can be considered as a fairly well-situated region for the organization of production of high-quality potatoes and Jerusalem artichoke.

2. When monitoring the damage to the tops of plants by leaf-eating insects on a 5-point scale, it was noted that only some plants were damaged, which corresponds to 1 point on the scale – to 5% of the leaf surface was eaten.

3. Analysis of the presence of weed vegetation revealed that the number of vegetating adult plants in our research was below the threshold of harmfulness.

REFERENCES

1. Methodology of testing for distinguishability, uniformity and stability. State Commission of the Russian Federation on testing and protection of breeding achievements. 20.02.2012. No. 12-06/82.
2. *Starovoitova, O.A.* Cultivation technology of Jerusalem artichoke in organic farming / *O.A. Starovoitova, V.I. Starovoitov, A.A. Manokhina* // Bulletin of FSBEI HPE Moscow Goryachkin State Agrarian University. – 2016. – Issue. No. 6 (76). – P. 42-47.
3. *Starovoitova, O.A.* Agricultural methodology of growing Jerusalem artichokes / *O.A. Starovoitova, V.I. Starovoitov, A.A. Manokhina* // Bulletin of FSEI HPE Moscow Goryachkin State Agrarian University. – 2017. – Issue. No. 1 (77). – P. 7-13.
4. *Starovoitov, V.I.* Program and Methodology for evaluation of varieties of Jerusalem artichoke in test nurseries in the framework of the Union State program «Innovative development of potatoes and Jerusalem artichoke» for 2014 – 2016 / *V.I. Starovoitov, O.A. Starovoitova, Y.P. Boyko, Y.A. Masyuk, S.D. Kiru, M.I. Yaroshevich.* Booklet. M. – State Scientific Institution All-Russian Potato Research Institute of the Russian Agricultural Academy. – 2014. – 6 pages.
5. *Luneva, N.N.* The names of the major species of weed plants of the flora of Russia and CIS countries / *N.N. Luneva, I.N. Nadtochy.* – VIZR. – 2003. – 20 pages.

Brief information about the authors

Starovoytova O.A. PhD of agricultural Sciences
Senior researcher
Area of expertise: olericulture, agricultural machinery
E-mail: agronir2@mail.ru

Starovoytov V.I. DSc (Engineering), professor
Deputy Director
Area of expertise: olericulture, agricultural machinery, innovative project management
E-mail: agronir1@mail.ru

Voronov N.V. PhD (Engineering), docent
Docent of the Department of ecology and bioresources
Area of expertise: ecology, water resources, olericulture, natural and industrial disasters
E-mail: 7777777@mail.ru
Phone: 8(905)263-97-77

Voronova G.S.
Researcher
Area of expertise: ecology, agriculture
E-mail: voronovags@mail.ru

Manokhina A.A. DSc (Agriculture), docent
Docent of the Department «Agricultural machinery»
Area of expertise: agricultural machinery, olericulture
E-mail: alexman80@list.ru

XX Международный экологический форум
«День Балтийского моря»
21-22 March 2019
Устойчивое развитие региона Балтийского моря: взгляд в будущее.
Обновление Плана действий по Балтийскому морю и
вклад в выполнение Целей устойчивого развития
Повестки Дня ООН 2030

21 марта – "Экспертный день"

был посвящен вопросам обновления Плана действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю. В рамках экспертного дня было проведено 14 семинаров в формате практических и панельных дискуссий, круглых столов и заседаний по вопросам повышения эффективности рециклинга биогенов в секторе обращения со сточными водами, сохранения биоразнообразия в регионе Балтийского моря, экологических последствий физического воздействия на дно водных объектов, берегозащиты и берегоукрепления и многие другие.

22 марта – "Торжественный день"

Участники: *более 700* человек* (около *100 иностранцев)*
Страны: *все страны Балтийского региона, Норвегия, Швейцария, Белоруссия, Канада*
Культурная программа: *Концерт Филармонического оркестра Балтийского моря*

"Внедрение принципов экономики замкнутого цикла –
Панельная дискуссия о Региональной стратегии
по рециклингу биогенов "
Дискуссия высокого уровня, 22 марта 2019 года

Модератор: Д.А. Франк-Каменецкий, ХЕЛКОМ
Участники:
- Ханнеле Покка, постоянный секретарь, Министерства окружающей среды Финляндии
- Ларс Сонестен, председатель группы ХЕЛКОМ ПРЕШЕ по снижению нагрузок от загрязнений, поступающих с водосборного бассейна Балтийского моря
- Рублевская О.Н., директор Департамента анализа и технологического развития систем водоснабжения и водоотведения ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

- Брюханов А.Ю., заведующий отделом инженерной экологии сельскохозяйственного производства ИАЭП - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

***Основные вопросы к обсуждению*:**

- Как Стратегия ХЕЛКОМ по рециклингу биогенов влияет на политику национального уровня?
- Как идеи рециклинга биогенов вписываются в процессы на глобальном уровне?
- Как усилить процессы реализации Стратегии? Какие финансовые инструменты необходимо предусмотреть для поддержки процессов реализации Стратегии?
- Какие существуют препятствия для реализации Стратегии?
- Какие индикаторы можно использовать для оценки успешности внедрения принципов Стратегии рециклинга биогенов?

Круглые столы, дискуссии и рабочие семинары

1. Заседание экспертного совета по Финскому заливу
2. Сотрудничество в регионе Балтийского моря, направленное на снижение загрязнения водным транспортом путем обмена инновационным опытом
3. Практическая дискуссия о возможном решении проблемы повышения эффективности рециклинга фосфора в секторе обращения со сточными водами при поддержке проекта BSR Water platform
4. Вопросы морского мусора
5. Сохранение биоразнообразия в регионе Балтийского моря (круглый стол памяти Сагитова Р.А.)
6. Сельские поселения и сельскохозяйственные предприятия на пути к защите и сохранению водных ресурсов
7. Экосистемный подход в управлении речными бассейнами, роль жителей в сохранении водных объектов и адаптация к изменению климата
8. Координационный комитет по сотрудничеству в регионе Финского залива по защите морской среды Финского залива и его прибрежных территорий до 2020 года
9. Прогресс в морском пространственном планировании Балтийского моря
10. Рабочая встреча Комиссии по устойчивому развитию городов Союза Балтийских городов
11. Экологические последствия физического воздействия на дно водных объектов, берегозащита и берегоукрепление в свете изменений климата и устойчивого управления прибрежными зонами
12. Вопросы рыболовства, аквакультуры и сохранения водных ресурсов
13. Улучшение управления промышленными сточными водами в регионе Балтийского моря с акцентом на Россию (проект BEST)
14. Расширенное заседание Российского национального субкомитета Программы региона Балтийского моря
15. Панельная дискуссия высокого уровня “Внедрение принципов экономики замкнутого цикла – Панельная дискуссия о Региональной стратегии по рециклингу биогенов ”

Краткие итоги работы круглых столов

«Сотрудничество в регионе Балтийского моря, направленное на снижение загрязнения водным транспортом путем обмена инновационным опытом»

Участники отметили важность создания платформы «Чистое судоходство» в рамках Программы Интеррег по Балтийскому морю и призвали к её широкому использованию в коммерческих целях.

Признавая важность согласованного управления балластными водами, участники предложили государствам-членам ХЕЛКОМ рассмотреть вопрос об исключениях для судов из требований настоящей Конвенции, в частности об определении зон «такого же риска».

Влияние подводного шума на биоту требует дальнейшего изучения, с использованием биомаркеров для этих целей

- Требуется постоянный мониторинг подводного шумового загрязнения.
- Участники подчеркнули важность и актуальность проблем, связанных с подводным шумом, и рекомендовали организовать круглый стол, посвященный этому вопросу, на следующем форуме

«Практическая дискуссия о возможном решении проблемы повышения эффективности рециклинга фосфора в секторе обращения со сточными водами при поддержке проекта BSR Water platform»

Есть различия между способами обращения с осадком сточных вод в странах Балтийского региона:

- Северные страны БР – сертификация и прямое использование;
- Южные страны БР – сжигание и рециклинг фосфора из ила в перспективе.

Наличие стойких синтетических загрязнителей в иле (лекарственные препараты, микропластик, другие известные и неизвестные соединения) повышают риски и возможность того, что будет наложен запрет на использование в сельском хозяйстве продуктов, полученных из илов, и, в целом, рециклинг фосфора

Загрязнение сточных вод промышленными сбросами считается препятствием для рециклинга биогенов из муниципальных сточных вод, но широкое использование химических веществ в домашних хозяйствах представляет не меньший риск в настоящее время

Представление о том, что сточные воды, содержащие удобрения, могут быть загрязнены, создает негативное представление о производстве, в котором применяются такие удобрения

Региональная изменчивость использования удобрений на основе осадков сточных вод является результатом сочетания различных условий, включая плотность населения, наличие пахотных земель, исторический фон и т.д.

Так как качество ила (в основном на основе анализа тяжелых металлов) чаще всего сравнимо с качеством биологических отходов, нет необходимости в срочном прекращении прямого использования

Когда поощряется прямое использование, необходимой является система сертификации и обеспечения качества.

Основной вывод

Региональная стратегия по рециклингу биогенов должна стимулировать принятие национальных стратегических документов, основанных на проактивном и инновационном подходе; инициировать развитие законодательных норм, политических и финансовых инструментов для реализации мер по рециклингу биогенов в секторе очистки сточных вод

Предложения мер для стратегии рециклинга биогенов

- Целостный подход к рециклингу биогенов в секторе сточных вод с учетом всех этапов управления сточными водами и с учетом конкретных географических и социально-экономических параметров
- Первоначальные меры должны быть направлены на изменение поведения населения в направлении минимизации использования химических веществ в домашних хозяйствах, а так же разработку процедур закупок, сводящих к минимуму использование продуктов потребления, содержащих вредные химические вещества.
- Улучшение законодательных инструментов для усиления контроля источников загрязнения.
- Система сертификации и обеспечения качества имеет важное значение для содействия использованию продуктов, содержащих компоненты, полученные из сточных вод.
- Применение НДТ и разработка новых технологий для экологически безопасного рециклинга биогенов непосредственно из воды, илов и золы после их сжигания.
- Разработка экономических моделей, основанных межсекторальном подходе при анализе применимости рециклинга фосфора в секторе обработки сточных вод.

Предложения мер для стратегии рециклинга биогенов

- Целостный подход к рециклингу биогенов в секторе сточных вод с учетом всех этапов управления сточными водами и с учетом конкретных географических и социально-экономических параметров
- Первоначальные меры должны быть направлены на изменение поведения населения в направлении минимизации использования химических веществ в домашних хозяйствах, а так же разработку процедур закупок, сводящих к минимуму использование продуктов потребления, содержащих вредные химические вещества.
- Улучшение законодательных инструментов для усиления контроля источников загрязнения.
- Система сертификации и обеспечения качества имеет важное значение для содействия использованию продуктов, содержащих компоненты, полученные из сточных вод.
- Применение НДТ и разработка новых технологий для экологически безопасного рециклинга биогенов непосредственно из воды, илов и золы после их сжигания.
- Разработка экономических моделей, основанных межсекторальном подходе при анализе применимости рециклинга фосфора в секторе обработки сточных вод.

Interreg Baltic Sea Region
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
WITH FINANCIAL SUPPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION
PLATFORM BSR WATER

«Вопросы морского мусора»

Основные выводы и предложения

- Увеличить совместные усилия по изучению морского мусора и микропластика в воде, донных отложениях и биоте с целью выявления источников загрязнения и разработки мер защиты.
- Разработать национальное законодательство для предотвращения и сведения к минимуму одного из основных источников пластика и микропластика: одноразовых пластиковых изделий (т.е. запрещение производства и розничной продажи этих продуктов).
- Поддерживать и широко распространять инициативы организаций и муниципалитетов, направленные на сокращение и предотвращение использования одноразовых пластиковых изделий.
- Содействовать просвещению и повышению осведомленности общественности о мерах по предотвращению засорения морской среды. В частности, продвигать инициативы, направленные на формирование потребительского выбора на основе отказа от одноразовых пластиковых изделий - как в рамках учебного процесса, так вне его, в сотрудничестве со всеми заинтересованными сторонами.

- Сотрудничать с бизнесом, включая розничный сектор, в разработке дизайна продукта, который сокращает превращение продуктов в мусор, включая переупаковку и продвижение разумной упаковки.
- Поддерживать организацию общественных мероприятий более экологичным и устойчивым образом, включая отказ от предметов одноразового использования.
- Поддерживать ежегодную акцию «Чистый Берег», как и другие эколого-просветительские акции (Голубой Флаг и др) и продвижение их во всех странах Балтийского региона.
- Широко информировать о том, что использование геосинтетического материала в береговых защитных сооружениях, расположенных в зонах действия ветровых волн, может привести к долговременному загрязнению пляжей этим материалом в случае разрушения этих сооружений.
- Поддержать недавно принятые Резолюции Четвертой Ассамблеи ООН по окружающей среде, касающиеся морского мусора и микропластика:
  - Пластиковый морской мусор и микропластик (UNEP/EA.4/L.7);
  - О загрязнении одноразовыми пластиковыми изделиями (UNEP/EA.4/L.10).
- Принять к дальнейшему рассмотрению рекомендации Коалиции Чистая Балтика по сокращению количества микропластика в ливневых и сточных:
  - Водно-болотные угодья следует рассматривать как «решение на конце трубы» для снижения попадания микропластика в ручьи, реки и море;
  - Необходимо разработать и внедрить мониторинг вод, поступающих из городских лив-

невых стоков;
  - Оснастить все КОС оборудованием для улавливания пластиковых частиц.
- Применять рекомендации проекта MARELITT (“Baltic Sea Blueprint”) направленные на потерянные орудия лова в регионе Балтийского моря, а именно:
  - Снижать количество потерянных орудий лова в процессе лова;
  - Картографирование районов заброшенных орудий лова;
  - Наладить поиск заброшенных/потерянных орудий лова;
  - Улучшить управление обнаруженных орудий лова с целью их переработки.

Меры по улучшению управления отходами в сельской местности

- Рекомендовать ХЕЛКОМ рассмотреть возможность постановки целей не только для стран, но и опираясь на бассейновый подход для снижения биогенной нагрузки на крупные реки, и в будущем двигаться к определению добровольных целей по сокращению поступления биогенов для определенных категорий водопользователей (муниципалитеты, промышленные предприятия, фермерские хозяйства).

- Усилить контроль качества воды, привлекая общественность; создать межведомственную рабочую группу по разработке мероприятий по инвентаризации сбросов в водоемы Санкт-Петербурга и Ленинградской области;
- Реализовать конкретные меры по улучшению управления сточными водами в рассеянных поселениях, включая наблюдение, картирование сбросов неочищенной воды, обслуживание заброшенных сетей, реконструкцию КОС, распространение эффективных практик по очистке воды для отдельных домов и т. д.
- Картирование регулярно затопляемых районов Санкт-Петербурга и Ленинградской области как зон повышенного риска поступления биогенов в водную среду и разработка региональных мер по адаптации;
- Инициировать разработку государственных программ по экологическому мониторингу водных источников в Санкт-Петербурге и Ленинградской области;

Меры по снижению поступления билгенов от сельского хозяйства

- Предпринять меры для содействия реализации Федерального закона об органическом сельском хозяйстве и соответствующих подзаконных актов;
- Предоставить методологическую поддержку сельскохозяйственным и садоводческим предприятиям по экологически безопасным методам ведения сельского хозяйства
- Усилить внедрение результатов флагманского проекта «Стандарты навоза» и предложить партнерам проекта подготовить программу по итогам проекта в России к следующему 21 Экологическому форуму;
- Содействовать обязательной мойке сельскохозяйственной техники, загрязненной навозом и почвой, и создать соответствующие сооружения с очисткой сточных вод.

«Вопросы рыболовства, аквакультуры и сохранения водных ресурсов»

Участники обменялись информацией об интересах и приоритетах России и ХЕЛКОМ по вопросам аквакультуры, деятельности по рыболовству, вопросам сохранения, а также по различным аспектам воздействия на водные ресурсы и компенсационных действий

Особо были проинформировали:

- об уже существующем международном сотрудничестве в области исследований и мониторинга в пограничных водах (например, российско-финское сотрудничества);
- о планах по оценке состояния популяции и составлению карт миграционных препятствий для лососевых в реках, идущих к Финскому заливу
- о сохранение лосося в российских реках Балтийского моря зависит от мероприятий по выращиванию и сохранению

Участники были проинформированы

- что среди прочего международного сотрудничества российское участие и вклад запланированы в проекте HELCOM Fish-PRO III (в отношении прибрежных рыб);
- о наличии природных запасов лосося и морской форели на белорусской стороне системы лососевых рек Неман, занесенных в список ХЕЛКОМ, и о предпринимаемых НПО мерах по их сохранению и охране;
- что контролируемый органами власти выпуск лососевых производится в реки, впадающие в Финский залив, с запасом для компенсации негативного воздействия строительных работ NordStream 2;
- о российской инициативе по восстановлению осетровых в Финском заливе путем планируемого пополнения запасов в реке Нева, принимая во внимание неясность того, какой вид является исходным осетром в Балтийском море (*Acipenser sturio* vs. *A. oxyrinchus*);
- признанной важности обмена информацией в целом и как хорошей отправной точки для расширения и улучшения регионального сотрудничества;

- о совместном продвижении в создании и укреплении возможностей регионального сотрудничества в рамках ХЕЛКОМ, и особенно с точки зрения выполнения российских обязательств together;
- о необходимости распространения информации об общей выгоде и важности совместной работы по этим вопросам в регионе Балтийского моря, которая будет продвигаться в рабочей структуре ХЕЛКОМ в качестве активного участия всех стран.
- Последующие шаги должны включать:
  - обеспечение доступа к уже имеющимся данным, для инициирования мониторинга и сбора данных в соответствии с совместными руководящими принципами ХЕЛКОМ,

когда это возможно, поскольку данные по-прежнему отсутствуют в некоторых региональных оценках по рыбе и рыболовству (например, в отношении прибрежных рыб);

- вовлекать Россию в соответствующую работу групп, подгрупп и проектов ХЕЛКОМ, посвященных устойчивому рыболовству.

«Прогресс в морском пространственном планировании»

Круглый стол был в основном посвящен программе двустороннего сотрудничества между Швецией и Россией в рамках морского пространственного планирования, а также обсуждал недавний прогресс в Финляндии и Эстонии.

Российские научные организации поделились своим опытом использования инструментов, связанных с морским пространственным планированием, для оценки состояния морского дна и защиты побережья Финского залива, а также применения экосистемного подхода к планированию строительства крупных морских объектов, и экологическое образование.

«Ермак Северо-Запад» представил деловую игру по морскому пространственному планированию как один из инструментов вовлечения заинтерсованных сторон и общественности в процессы МПП.

Были рассмотрены возможности и примеры организации международного сотрудничества в существующих и будущих программах финансирования Interreg и Bonus - проекты BalticLines и BalticLines-RU, BaltSpace, Baltic Scope, Pan Baltic Scope, BalticRIM.

В то же время участники отметили необходимость усиления международного сотрудничества при разработке национальных планов использования акваторий Балтийского моря, и то, что эти планы должны базироваться на бережном отношении к здоровью моря и экосистемном подходе в планированию. Завершение работы над национальными морскими планами требует большой работы по их трансграничному согласованию, что училивает значимость панбалтийских организаций - ХЕЛКОМ и ВАСАБ - и их совместной рабочей группы по МПП.

Участники круглого стола с удовлетворение восприняли информацию о подготовке нового цикла программы поддержки научных исследований в РБМ BONUS.

Участники подчеркнули необходимость более интенсивной работы России в области МПП, государственной поддержки программ международного сотрудничества и участия в них российских учреждений, развития инновационных инструментов МПП и скорейшей разработки морских планов Балтийских акваторий на базе закона РФ о стратегическом планировании и законодательства о государственном регулировании морской хозяйственной деятельности и МПП.

Основные выводы и предложения

- Основную угрозу биоразнообразию в регионе представляют процесс исчезновения местообитаний (строительство, намыв и тп) и резкий рост рекреационной нагрузки на побережье.
- По мнению ботаников и зоологов в настоящее время в регионе не происходит изменений видового состава и/или ареалов, обусловленных изменениями климата.
- Важной проблемой в регионе необходимо считать проблему своевременного выявления и контроля за видами-вселенцами.
- Для обеспечения соблюдения охранного режима посетителями прибрежных ООПТ следует разрабатывать алгоритмы совместных действий различных комитетов и ведомств с целью создания комфортной среды (автостоянки должного объема, инфраструктура для познавательного отдыха на природе, а также информирование и природоохранное просвещения на современном уровне).

«Улучшение управления промышленными сточными водами в регионе Балтийского моря с акцентом на Россию (проект BEST)»

Семинар посвящен вопросам управления промышленными сточными водами в России путем обсуждения законодательства и его практической реализации.

На семинаре также будут рассмотрены основные вызовы в этой области, а также продемонстрированы хорошие примеры решений и практик сотрудничества между муниципальными очистными сооружениями и промышленностью для улучшения управления сточными водами в регионе Балтийского моря. Среди участников были представители предприятий, занимающихся очисткой сточных вод в Ленинградской и Калининградской областях, представители органов власти, ХЕЛКОМ, Администрации г. Хельсинки и Фонда Джона Нурминена.

Основные выводы:

Федеральный закон РФ «О водоснабжении и водоотведении» с изменениями вступил в силу с начала 2019 года. Он дает четкую законодательную базу для регулирования классических загрязнителей в промышленных сбросах (например, тяжелых металлов, нефтепродуктов) в муниципальные сети. Остающиеся проблемы связаны с отсутствием наработанных знаний и информации о технологиях предварительной обработки и мониторинга. Кроме того, отсутствует регулирующая основа для новых веществ, таких как микрозагрязнители и фармацевтические препараты.

С другой стороны, в советское время существовала строгая нормативная база для основных загрязняющих веществ, которая не давала стимулов для улучшения очистки промышленных сточных вод. Эту нормативную основу следует изменить на норматив, основанный на НДТ, который используется в ЕС.

Выводы семинара будут дополнительно обобщены в новых рекомендациях по управлению промышленными сточными водами, которые будут собраны в рамках проекта BEST.

XX International Environmental Forum
«Baltic Sea Day»
21-22 March 2019
Sustainable development for the Baltic Sea – future outlook
contribution to the update of the Baltic Sea Action Plan
MAIN OUTCOME

March 21 – "Expert Day"

was devoted to various aspects of the recently launched update of the HELCOM Baltic Sea Action Plan. 14 events such as round table sessions, panel discussions and expert seminars were held. Experts considered such topical for the Baltic Sea region issues as nutrients recycling in wastewater management sector, nature conservation, impact on the sea floor, coastal management and protection, maritime spatial planning and other.

March 22 – "Solemn Day"

Plenary session, Panel discussion and Awarding ceremonies.
Participants: *more than 700** *app 100 are foreign participants
Countries: *all countries of the Baltic Sea region,* Norway, Switzerland, Belarus, Canada
Cultural programme: Concert of the Baltic Sea Philharmonic

"Moving towards circular economy - Panel discussion on Regional Nutrient Recycling Strategy"
High-level Panel discussion on the 22nd of March 2019

Moderator: Dmitry Frank-Kamenetsky, HELCOM
Participants:
Dr. Hannele Pokka*, State Secretary, Ministry of Environment of Finland*
Dr. Alexander Bruykhanov, *IAEP-branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM*
Olga Rublevskaya, Director of the Department of Technological Development and Environmental Protection of SUE Vodokanal of St. Petersburg
Lars Sonesten, *the* Chair of HELCOM

Working Group on Reduction of Pressures from the Baltic Sea Catchment Area (HELCOM PRESSURE)

Main discussed questions:

- How the HELCOM Baltic Sea Nutrient Recycling Strategy influences national policies?
- How the idea of nutrient recycling is connected to global processes?
- How to strengthen the implementation of the Strategy? What kind of financial tools you can envisage to support implementation of the Strategy?
- What are the obstacles for the recycling of nutrients?
- What kind of indicators can be used to follow up implementation of the strategy?

Round tables, panel discussions and work seminars

1. Gulf of Finland expert group meeting
2. Baltic Sea cooperation to reduce environmental impact of shipping through innovative experience
3. Practical discussion on potential solution to enhance P-recycling in the waste water sector with support by BSR Water platform project
4. Marine litter
5. Nature conservation in the Baltic Sea region *(devoted to the memory of Mr. Rustam Sagitov)*
6. Rural settlements and agricultural producers on the way to protect water resources
7. Ecosystem approach in river basin management and public role in water conservation and adaptation to climate change
8. Gulf of Finland Trilateral Co-ordination committee
9. Session on Maritime Spatial Planning implementation in BSR
10. Union of the Baltic Cities (UBC) Working meeting
11. Environmental consequences of physical damage to the sea floor, coastal erosion and protection, climate change effect and sustainable management of the coastal zone
12. Fisheries, aquaculture and conservation of fish stock
13. Improved management of industrial waste waters in the Baltic Sea Region with focus on Russia. Expert seminar by Project BEST – Better Efficiency for Industrial Sewage Treatment
14. Meeting of the Russian national subcommittee of the Interreg Baltic Sea Region Programme
15. Panel Discussion “Moving towards circular economy - Panel discussion on Regional Nutrient Recycling Strategy”

«Cooperation in the Baltic Sea Region aimed at reducing impact of ship traffic on ecosystem through the exchange of innovations»

Participants noted the importance of the created "Clean Shipping Project Platform" (CSHIPP) of the EU Interreg Baltic Sea Region Program and invited for its wider use for commercial purposes

Recognizing the importance of harmonized implementation of ballast water management, participants invited authorities of the HELCOM member states to consider exemptions for vessels from the requirements of this convention, in particular the identification of "same risk" areas

Biological effects of underwater noise are to further investigated, particularly, the use of biomarkers for these purposes

Constant monitoring of underwater noise pollution is required

Participants highlighted the importance and relevance of the problems related to underwater noise and recommended to arrange round table dedicated to the matter at the next Forum

«Practical discussion on potential solution to enhance P-recycling in the waste water sector with support by BSR Water platform project»

There is a difference in the way sludge is utilized in the BSR countries:

- North-Baltic region – certification and direct usage of nutrients from sewage sludge;
- South-Baltic region – incineration and perspectives of phosphorous recycling from sludge.

Synthetic persistent contaminants in the sludge (e.g. drugs, microplastics, other known and unknown compounds) increase the risk and

fear that might lead to the ban of application of sludge based products in agriculture or greenery and hamper P recycling.

Contamination of sewage by industrial discharges is recognized as an obstacle to recycle nutrients from municipal sewage but current extensive use of chemical in households poses not a lesser risk.

A view that sewage containing fertilizing products might be contaminated creates negative image of the production where such fertilizers are applied.

Regional variability of the use of sewage based fertilizers is the result of different local conditions including population density, availability of arable land, historical background etc.

Since the quality of sludge (mainly based on heavy metal analyses) is often as good as of biowaste, there is no urgent need for discontinuing the direct usage.

Certification and quality assurance system is essential, when direct usage is promoted.

General conclusion

The regional nutrient recycling strategy should trigger adoption of national strategic documents based on proactive and innovative approach, initiating development of legal frame, political and financial tools to facilitate implementation of measures to recycle nutrients in waste water sector

Suggestions on measures for nutrient recycling strategy

- Holistic approach to the recycling of nutrients in the waste water sector considering all stages of waste water management and taking into account specific geographic and socio-economic parameters
- Upstream measures aimed at changing of population behaviour towards minimization of the use of chemical in households and development of procurement procedures minimizing the use of consumption products containing harmful chemicals.
- Development of legal instruments to strengthen control of the pollutant at sources.
- Certification and quality assurance system is essential to promote usage of sewage containing products.
- Application of available technologies and development of the new once to environmentally safe recycle nutrients from water phase, sludge and from sludge ashes.
- Development of economic models based on multi-sectoral approach to analyse feasibility of P recycling in the waste water sector.

Interreg Baltic Sea Region
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
WITH FINANCIAL SUPPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION
PLATFORM BSR WATER

- Commit Increase research efforts on marine litter and microplastic pollution in all marine compartments (water, sediment and biota), aiming at identifying pollution sources and developing protection measures.
- Develop national legislation to prevent and minimize one of the main sources of plastic and microplastic litter: single-use plastic items (i.a. prohibition of production and retail of these products).
- Support and widely disseminate organizations' and municipal initiatives addressing the reduction and prevention of single-use plastic items.
- Promote education and raising public awareness initiatives on prevention of littering of the marine environment. In particular, promote those initiatives aiming at forming consumer choice based on refusal of single-use plastic items - both within and without curricular education, in cooperation with all stakeholders.
- Cooperate with the business industry, including retail sector, on the development of product's design that reduces turning products into litter, including over-packaging and promotion of wise packaging.
- Support the organization of public events in a greener and more sustainable manner including refuse of single-use items.
- Support annual "Clean Beach" campaign as well as other cleanup and raising awareness activities (i.a. Blue Flagg initiative, Let's do It) and their expanding within all the Baltic Sea region.
- Widely inform that the use of geosynthetic material in coastal protection constructions located in wind wave action zones may cause long-term pollution of beaches by this material in case of destruction of these constructions.
- Support recently adopted UNEA-4 Resolutions addressing marine litter and microplastics:
  - Marine Plastic Litter and Microplastics (UNEP/EA.4/L.7);
  - Addressing single-use plastic products pollution (UNEP/EA.4/L.10).
- Further consider recommendations by Coalition Clean Baltic to reduce microplastics in stormwater and waste water:
  - Wetlands should be considered as an end of pipe solution to reduce microplastic entering the streams, rivers and sea;
  - Monitoring of outgoing water from urban areas stormwater must be developed and implemented;
  - All WWTP should establish testing of plastic particle con-

tent of outflowing water.

- To utilize the recommendations of the MARELITT project ("Baltic Sea Blueprint") addressing abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear (ALDFG) in the Baltic Sea region, in relation to:
  - Reduction of gear loss during fishing;
  - Mapping of derelict fishing gear (DFG) areas;
  - Sustainable retrieval of DFG;
  - Waste management solutions to improve recycling of retrieved DFG.

Measure to improve waste water management in rural areas

- Recommend to HELCOM considering identification of not only country-wise, but also basin-based goals to reduce nutrient loads for major rivers, and in the future to move towards identifying voluntary (targeted) goals to reduce nutrients input for certain categories of water users (municipalities, industrial enterprises, farms).

• Strengthen water quality control, attracting the public; create an interdepartmental working group to develop measures for the inventory of discharges into water bodies in St. Petersburg and Leningrad Region;

• Implement concrete measures to improve waste water management in scattered dwellings including surveillance, mapping of discharges of untreated water, maintain of abandoned networks, reconstruction of WWTP, disseminate effective WWT practices for individual houses, etc.

• Mapping of regularly flooded areas of St. Petersburg and Leningrad Oblast as areas of elevated risk of nutrient losses into aquatic environment, and develop regional adaptation measures;

• Initiate the development of state programs for the environmental monitoring of water springs in St. Petersburg and Leningrad Region;

Measures to reduce nutrient losses from agriculture

- Undertake measures to facilitate implementation of the Federal Law on Organic Agriculture and relevant subordinated legal acts;
- Provide methodological support to agricultural and horticultural enterprises on environmentally sound farming methods
- Strengthen implementation of the results of the Flagship Baltic project “Manure standards” and invite project partners to prepare a program to follow up the project results in Russia by the next 21 Ecological Forum;
- Promote compulsory washing of agricultural machinery contaminated with manure and soil and establish relevant facilities with relevant waste water treatment.

The participants

- shared information on Russian and HELCOM interests and priorities on aquaculture matters, fish stocking activities, conservation issues, and on different angles of impacts on aquatic resources and of impact compensations (to human activities, e.g. construction work)
- specifically informed
  - about already existing international cooperation in research and monitoring around border waters (e.g. FIN-RUS collaboration);
  - about plans on population status assessments and mapping of migration hindrances for salmonids in river waters running to the GoF
  - that preservation of salmon in Russian Baltic sea rivers rely on rearing and stocking activities

Participants specifically informed

- that Russian participation and contribution is planned in the HELCOM Fish-PRO III project (concerning coastal fish) among other international collaboration
- about the occurrence of natural salmon and sea trout stocks in the Belarus-side of the HELCOM red listed salmon river system Neman (or Nemunas), and about NGO-driven preservation action taken to safe-guard these
- that authority controlled compensatory releases of salmonids are done in GoF rivers with stocks subject to negative impacts from NordStream 2 construction work
- about the Russian initiative on sturgeon restoration in the GoF by planned restocking in the Neva river, acknowledging the unclarities on what species is the original sturgeon in the Baltic Sea (Acipenser sturio vs. A. oxyrinchus)
  - acknowledged the importance of sharing information in general and as a good starting point for more and better regional collaboration.
  - together progressed in building and strengthening possibilities for regional collaboration in the HELCOM framework, also and especially from the viewpoint of fulfilment of Russian obligations
  - promoted the common benefits and importance of joint work on these matters in the Baltic Sea region to be taken forward within the HELCOM working structure as active participation by all countries.
  - acknowledged that future steps to be taken include

1. ensuring access to already available data where it exists, and where data not yet exist to initiate monitoring and data collection according to joint HELCOM guidelines when possible, being important as data is still missing from certain regional assessments on fish and fisheries (e.g. regarding coastal fish);
2. to involve Russia to relevant work of the HELCOM Working Group on ecosystem-based sustainable Fisheries and its sub-groups and projects

- The Round table was mainly devoted to the program of bilateral cooperation between Sweden and Russia in MSP but also discussed recent progress in Finland and Estonia.
- Russian scientific organizations shared their experience of the use of MSP related tools for the assessment of the state of the seafloor and coastal protection of the Gulf of Finland as well as the application of the ecosystem-based approach to plan construction of large marine objects, and environmental education.

- Yermak North-West Institute presented an MSP Business Game as an example of the tool for stakeholders and public engagement to the MSP development.
- The possibilities and examples of the organization of international cooperation in existing and future financing programs Interreg and Bonus - projects BalticLines and BalticLines-RU, BaltSpace, Baltic Scope, Pan Baltic Scope, BalticRIM were considered.
- At the same time, participants highlighted the need to strengthen international cooperation in the development of national plans for the use of the Baltic Sea water area, and that these plans should be based on ecosystem approach and cross-border dialogue.

- Participants recognized the importance of the pan-Baltic organizations - HELCOM and VASAB - and the joint MSP working group.
- The round table welcomed the information on the preparation of a new cycle of the research support program in the BONUS.
- Participants emphasized the need to intensify MSP work in Russia, government support for international cooperation programs and involvement of Russian institutions.
- Russian national legal frame for MSP is to be development to facilitate MSP, including Federal law on strategic planning and legislation on state regulation of maritime economic activities and MSP.

- The main threat to biodiversity in the region is caused by the extinction of habitat (construction, reclamation, and so on) and a sharp increase of recreational pressure on the coastal areas.
- Botanists and zoologists are currently of the opinion that there have been no observations of changes in the species composition and / or habitats caused by climate change in the region.
- Timely detection and control of invasive species is one of the important problems in the region which has to be jointly addressed.
- Algorithms for joint actions of various authorities should be developed ensuring of the MPA's protection regime, at the same time, providing comfortable environment for visitors (adequate parking spaces, infrastructure for outdoor recreation, as well as information and environmental education at the current level).

«Improved management of industrial waste waters in the Baltic Sea Region with focus on Russia. Expert seminar by Project BEST Better Efficiency for Industrial Sewage Treatment»

The seminar focuses on the management of industrial waste waters in Russia by discussing legislation and its practical implementation. The seminar will also highlight bottlenecks as well as show-case good examples of solutions and cooperation practices among municipal waste water treatment plants and the industry for improved management Baltic Sea Region wide. Contributors are several WWTPs from the Leningrad oblast and Kaliningrad region, Russian national environmental authorities, sectoral agencies from Kaliningrad region, HELCOM, City of Helsinki and John Nurminen Foundation.

General conclusions:

Russian federal law on drinking and wastewater treatment came into force from the beginning of year 2019. It gives clear legislative basis for regulating industrial discharge for classic pollutants (eg. heavy metals, oil products) to municipal networks. Remaining challenges relate to lack of knowledge and information within industries on pretreatment technologies and monitoring. Furthermore, there is a lack of regulative basis for emerging substances such as micro pollutants and pharmaceuticals.

On the other hand, there is a Soviet time unrealistic strict normative basis for the basic pollutants, which doesn't give incentive for improving treatment at industries. This normative basis should be changed to BAT based regulation in use in EU.

Conclusions from the workshop will be further synthesized in the new BSR wide guidelines on industrial waste water management to be compiled within Project BEST.

Содержание / Content

Приветствия и пленарные доклады / greetings and plenary thesis 3
Секционные заседания / section sessions
Практическая дискуссия о возможном решении проблемы повышения эффективности рециклинга фосфора в секторе обращения со сточными водами при поддержке проекта BSR Water Platform / Practical discussion on potential solution to enhance P-recycling in the waste water sector with support by BSR Water Platform Project 26
Тенденции изменения концентраций и нагрузки биогенных веществ На Балтийское море со стоком р. Нева за многолетний период (1979-2016 гг.) 26
Воздействие производства сложных минеральных удобрений на состав реки Луги (на примере ООО «ПГ Фосфорит») 30
Impact of production of complex mineral fertilizers on the composition of the Luga river (on the example of PG Phosphorite LLC) 32
Особенности поступления общего фосфора в Финский залив со стоком рек Санкт-Петербурга 33
Features receipt of total phosphorus to the Gulf of Finland with runoff of rivers of Saint-Petersburg 36
Сотрудничество в регионе Балтийского моря путем обмена инновационным опытом, направленное на снижение загрязнения водным транспортом / Baltic Sea cooperation to reduce environmental impact of shipping through innovative experience 37
Сравнительный анализ аппаратов газоочистки мокрого типа 37
Comparative analysis of wet gas cleaning devices 42
Обеспечение безопасности при малотоннажных транспортировках СПГ морским транспортом 43
Safety of small-scale lng transportation by sea-going carriers 48
Проблемы «глубокой экологии» в современном судоходстве 53
Problems «deep ecology» in modern shipping 55
Проектная платформа Чистое судоходство 56
Clean Shipping Project Platform (CSHIPP) 59
Вопросы морского мусора / Marine Litter 62
Проблема загрязнения микропластиком озера Черменецкое (Лужский район): анализ содержания, усовершенствование методики, пути решения 62
The problem of pollution microplastics lake cheremenetskoe (Luga district): content analysis, improvement methods, solutions 65
Экологическая эффективность системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Республике Эстония 68
Environmental efficiency of the municipal solid waste management system in the Republic of Estonia 72
Геосинтетический мусор - новый загрязнитель, появившийся в результате действий по инженерной защите побережья 77
Geothyntetic debris - new pollutant as a result of coastal protection 80

От макро- до микро-: загрязнение пластиком пляжей Балтийского моря в Калининградской области 82
From macro- to micro-: plastic pollution of the Baltic sea beaches in Kaliningrad oblast 85
Микропластик как составляющая часть морского мусора 88
Microplastics as component of marine litter 90
Реализация программы «Голубой флаг» для пляжей – хороший инструмент для предотвращения замусоривания прибрежных районов 93
Implementing the Blue Flag programme for beaches is a good tool for prevention littering of coastal areas 95
Структура управления системой обращения с отходами на геоинформационной основе 96
The structure of waste management system based on gis 101
Снижение негативной нагрузки на водные объекты города Санкт-Петербург 105
Reduction of the negative load on water objects of St. Petersburg 107
Сохранение биоразнообразия в регионе Балтийского моря (круглый стол памяти Р.А. Сагитова) / Nature conservation in the Baltic Sea region (devoted to the memory of Mr. Rustam Sagitov) 109
Первое обнаружение креветки crangon crangon (l.) (Crustacea: decapoda; crangonidae) в восточной части Финского залива 109
First finding of shrimp crangon crangon (l.) (Crustacea; decapoda; crangonidae) in the Eastern Gulf of Finland 112
Систематизация биоразнообразия Балтийского моря в зоне критической солёности 114
Systematization of the Baltic sea biodiversity in the critical salinity zone 117
Оценка экологического благополучия и устойчивости экосистем Финского залива 120
Assessment of ecosystems health and sustainability of the Gulf of Finland 123
Соседство миграционных стоянок лебедей с инфраструктурными объектами на Финском заливе 126
The neighbourhood of swans migration stopovers with infrastructure facilities on the Gulf of Finland 130
Развитие цианопрокариот в восточной части Финского залива 133
Assessment of cyanoprokaryota development in the Eastern Gulf of Finland 136
Гармонизация российской и европейской систем эколого-технологического нормирования техногенной нагрузки для сохранения биоразнообразия на примере трансграничных водных объектов 139
Harmonization of the russian and european systems of environmental and technological normalization of technogenic load for biodiversity preservation on the example of transboundary water bodies 143
Возможности применения мониторинговых комплексов на железнодорожном транспорте для контроля экологического состояния прибрежной морской зоны и трансграничного загрязнения атмосферы 146
Possibilities of application of monitoring complexes on railway transport for control of the ecological condition of the coastal sea zone and cross-border air pollution 148
Использование нейросетевых технологий при экологическом мониторинге ианобактериальных «цветений» водоемов 151

Neural networks application for environmental monitoring of cyanobacterial blooms of water bodies 154
Состояние популяции и характер использования акватории Финского залива балтийской кольчатой нерпой 158
Population status and pattern of use of the Gulf of Finland by the Baltic ringed seal 161
Генетический мониторинг для устойчивого развития Балтийского моря 165
Genetic monitoring for sustainable development of the Baltic sea 167
Долговременные изменения биоразнообразия сообществ донных животных в эстуарии реки Нева под влиянием антропогенного стресса 169
Long-term changes in the biodiversity of benthic communities in the neva estuary under anthropogenic stress 172
Сельские поселения и сельскохозяйственные предприятия на пути к защите и сохранению водных источников / Rural settlements and agricultural producers on the way to protect water resources 175
Экологическое воспитание сельских товаропроизводителей по сохранению водных источников 175
Ecological education of rural producers on preservation of water sources 177
Управление отходами животноводства в Российской Федерации 178
Livestock waste management in the Russian Federation 181
Экологическое оборудование нового поколения для переработки органических отходов в сельскохозяйственном секторе 183
New generation enviromental solution for organic wastes recycling in agricultural sector 186
Эффективность стимуляции роста зерновых культур с помощью реагентов на основе коросодержащего потока переработки древесины 189
The effectiveness of the stimulation of growth of grain crops with using of reagents based on bark-containing flow of processing of wood 192
Геоинформационная структура базы данных для модели переноса и превращения веществ в бассейне реки Луга 192
Geoinformation structure of the geodatabase for the model of transfer and transformation of substances in the Luga river basin 195
Экологические последствия физического воздействия на дно водных объектов, берегозащита и берегоукрепление в свете изменений климата и устойчивого управления прибрежными зонами / Environmental consequences of physical damage to the sea floor, coastal erosion and protection, climate change effect and sustainable management of the coastal zone 199
Воздействие гидротехнических работ на макрозообентос зарослевых прибрежных участков восточной части Финского залива 199
Hydraulic works impact on macrozoobenthos of macrophyte thicket ecosystems in the eastern Gulf of Finland 202
Динамика береговой зоны восточной части Финского залива – на пути к количественной оценке 205
Coastal dynamics of the eastern Gulf of Finland – toward a quantitative assessment 208

О ходе выполнения научно-исследовательской программы компании «Эко-Экспресс-Сервис» «плавни восточной части Финского залива» 211
About progress of “Eco-Express-Service” LLC research programme 214
“The macrophyte thicket ecosystems in the eastern Gulf of Finland” 214
Оценка воздействия дноуглубительных работ на окружающую среду при проектировании 216
Dredging impact assessment on the environment in the design 219
Оценка динамики переноса взвешенных веществ и образования наносов при берегоукреплении Синопской набережной 221
Assessment of the dynamics of transport of suspended solids and sediment formation at the shore protection of Sinopskaya embankment 223
Минимизация негативного воздействия на дно водных объектов и сохранение биоресурсов 224
Minimization of negative impact on the bottom of water objects and preservation of bioresources 226
Применение радиолокационного мониторинга течений и волн в морских акваториях проведения гидротехнических работ по созданию берегозащитных сооружений 229
Hf radar monitoring of sea currents and waves in the coast protection construction areas 232
Вопросы рыболовства, аквакультуры и сохранения рыбных ресурсов / Fisheries, aquaculture and conservation of fish stock 235
Оценка кумулятивных и трансграничных воздействий на водные ресурсы 235
Assessment of cumulative and transboundary impacts on water resources 238
О сохранении водных биологических ресурсов и окружающей среды Балтийского моря 240
On the conservation of biological resources and the protection of the Baltic sea environment 243
Шумовое загрязнение подводной среды в процессе осуществления морской хозяйственной деятельности 246
Noise pollution of sea environment caused by maritime activities 249
Оценка экологического состояния восточной части Финского залива по токсикологическим показателям 251
Toxicological and ecological assessment of the eastern Gulf of Finland 254
К инновационному развитию аквакультуры и сохранению ценных видов рыб в Северо-Западном регионе 257
To innovative development of aquaculture and conservation of valuable commercial fish species in the Northwest region 261
Обеспечение экологической безопасности промышленного рыболовства 264
Ensuring ecological safety of industrial fishing 267
Состояние аквакультуры в связи с загрязнением водоемов в Северо-Западном регионе 270
The aquaculture status in regard to water pollution in the Northwest region 273
Биотические условия обитания рыбного населения в период строительства и эксплуатации МТП Усть-Луга в Лужской губе Финского залива 276

Biotic conditions of fish population during construction and operation of Ust-Luga port in Luga bay of Gulf of Finland 280
Улучшение управления промышленными сточными водами в регионе Балтийского моря с акцентом на Россию / Improved management of industrial waste waters in the Baltic Sea region with focus on Russia. Expert seminar by project best – better efficiency for industrial sewage treatment 282
О необходимости мониторинга поверхностных водных объектов на содержание микрозагрязнителей 282
On the necessity of monitoring of surface water objects on the content of micro-pollutants 285
Развитие комплексных технологий по управлению качеством окружающей среды с помощью вторичных воспроизводимых лигносодержащих природных ресурсов 287
Development of complex technologies for environmental quality management using secondary reproducible lignin-containing natural resources 290
Другое / Other topics 293
Международная кооперация в области высшего образования по проблемам Балтийского моря 293
International cooperation within higher education on problems of the Baltic sea 296
Экологические аспекты устойчивого развития российской береговой зоны и акватории Финского залива 297
Ecological aspects of sustainable development of the russian coastal zone and water area of the Gulf of Finland 300
Мониторинг озера Ильмень и его притоков 302
Monitoring of lake Ilmen and its tributaries 305
Удаление сырой нефти иммобилизованными на носителях искусственными альго-бактериальными ассоциациями, изолированными из Балтийского моря 306
Removal of crude oil by carrier-based artificial algal-bacterial associations, isolated from the Baltic Sea 309
Макрофиты реки мертвица бассейна Финского залива 312
Aquatic vegetation of mertvitza river in the Gulf of Finland 315
Проблемы городов: антропогенный пресс и клещевые инфекции 318
The problem of towns: antropogenic pressure and tick-borne infections 320
Международное сотрудничество по сокращению антропогенного воздействия на Балтийском море 323
International cooperation to reduce anthropogenic impact in the Baltic sea 326
Воздействие полигона отходов на экосистему (на примере полигона ТКО в Батецком районе) 328
The impact of landfill waste on the ecosystem (for example landfill MSW in Batetsky district) 331
О тепловом загрязнении компонентов природной среды Санкт-Петербурга 331
On the heat pollution of the components of the environment of St. Petersburg 334
Вредители и сорная растительность на посадках топинамбура в картофельном севообороте 337
Pests and weeds in the plantings of jerusalem artichoke in potato crop rotation 341
Результаты / outcomes 345