

ФГБНУ «Институт природно-технических систем»
Филиал МГУ им. М. В. Ломоносова в г. Севастополе
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля»
Севастопольское городское отделение ВОО «Русское географическое общество»
ФГБУН «Институт физики атмосферы им А.М. Обухова РАН»
ФГБУН «Институт географии РАН»



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Международной научно-практической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2022»**

CONFERENCE ABSTRACTS

**International Scientific and Practical Conference
"Environmental Control Systems – 2022"**



Севастополь
08 – 11 ноября 2022 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Международной научно-практической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2022»**

CONFERENCE ABSTRACTS

**International Scientific and Practical Conference
"Environmental Control Systems – 2022"**

*Конференция посвящена
300-летию Российской академии наук,
проводится в рамках научно-технического сотрудничества
Россия-АСЕАН*

Севастополь

2022 г.

УДК 55

Системы контроля окружающей среды – 2022 / Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Севастополь, 08 – 11 ноября 2022 г. – Севастополь: ИП Куликов А.С., 2022. – 154 с.

В сборнике представлены тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященной обсуждению процессов, определяющих глобальные и региональные климатические аномалии и экологические условия в прошлом, настоящем и будущем; современных технических средств, информационных технологий и математических моделей для прогнозирования широкого спектра природно-техногенных процессов и комплексного научно-методического обеспечения рационального природопользования, безопасности жизнедеятельности и обороноспособности Российской Федерации.

Редакционная коллегия:

д.г.н., проф. Воскресенская Е.Н., д.г.н., проф., член-корр. РАН Полонский А.Б.,
к.г.н. Маслова В.Н., д.ф.-м.н. проф., академик РАН, Семенов В.А.,
д.б.н., член-корр. РАН Романовская А.А.,
д.т.н., проф. Гайский В.А., д.т.н., проф. Греков Н.А.,
к.т.н., доцент Егоркин А.А.

Материалы опубликованы с сохранением авторской редакции.

*Конференция посвящена
300-летию Российской академии наук,
проводится в рамках научно-технического сотрудничества
Россия-АСЕАН*

ISBN 978-5-6048584-3-1

©Авторы материалов

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

<i>Гайский В.А.</i> Возможности повышения точности измерения гидростатического давления тензорезисторными датчиками.	15
<i>Гайский П.В., Шоларь С.А., Степанова О.А.</i> Лабораторная установка для изучения влияния ультрафиолетового излучения на морскую микробиоту в условиях эксперимента.	16
<i>Гладчук А.С., Горбунов А.Ю., Афанасьева А.А., Висков М.А., Ильюшонок С.К., Томилин Н.В., Краснов К.А., Краснов Н.В., Бабаков В.Н., Подольская Е.П.</i> Структура на основе монослоев стеарата лантана, как материал для экстракции галогенсодержащих аддуктов белков.	17
<i>Греков А.Н., Греков Н.А., Кравцова С.Е., Алексеев С.Ю.</i> Компенсация задержек акустического сигнала в приборах, измеряющих скорость течения, скорость звука и температуру в водной среде.	18
<i>Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н., Кузьмин К.А.</i> Уравнения скорости звука морской воды для измерения быстроменяющихся океанических процессов в режиме реального времени.	19
<i>Греков А.Н., Кабанов А.А.</i> Алгоритмы бустинга машинного обучения для определения углов Эйлера в инерциальной навигационной системе.	20
<i>Греков Н.А., Греков А.Н.</i> Результаты моделирования профилей скорости течения в акустической измерительной трубе прибора с конфузуром.	21
<i>Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Клименко А.Г.</i> Характеристики солнечных гибридных микрогазотурбинных установок на частичных нагрузках.	22
<i>Дологлонян А.В., Сафонов В.А., Клименко А.Г.</i> Способ преобразования энергии ветра в механическую.	23
<i>Евдокимов П. А., Широков И. Б., Широкова Е. И.</i> Измерительная станция устройства контроля изменения состава воздушной среды.	24
<i>Ишутина Е.О., Кустикова М.А.</i> Анализ существующих технологий улавливания диоксида углерода.	25
<i>Клименко А.В., Евдокимов П.А.</i> Схемотехническая реализация кондуктометра.	26
<i>Клименко А.Г., Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Онышко А.А.</i> Когенерационные установки на базе двигателей внутреннего сгорания и их влияние на эффективные и экологические характеристики.	27
<i>Кочетов О.Ю., Волков С.В., Островский А.Г.</i> Программно-аппаратная	28

платформа зонда-профилографа «Винчи».

- Красnodубец Л.А.* Алгоритмическое обеспечение экспресс анализа вертикальной стратификации океанской среды. 29
- Красnodубец Л.А., Канов Л.Н.* Повышение точности динамических измерений вертикальных профилей плотности и температуры морской воды. 30
- Кузьмин К.А., Мишуров В.Ж., Трусевич В.В., Пелюшенко С.С., Пасынков М.А.* Лабораторная установка для исследования реакции двустворчатых моллюсков на воздействие акустического сигнала с различной амплитудой и спектром частот. 31
- Лей В.А., Никишин В.В., Хоменко Т.Ю.* Особенности организации мониторинга гидрохимического состояния воды реки чёрной. 32
- Матвеев В.Т., Дологлонян А.В., Клименко А.Г.* Энергетические и экологические характеристики энергоустановок распределённой энергетики на базе газотурбинных двигателей. 33
- Моисеев Д.В., Шокин А.Г.* Оценка времени восстановления преобразуемой величины из вероятностного отображения. 34
- Моисеев Д.В., Шокин А.Г.* Синдромная коррекция вероятностно представленного дискретного сигнала. 35
- Никишин В.В., Багаев А.В.* Модульная система регистрации гидрофизических параметров поверхностного слоя воды. 36
- Олейников А.М., Канов Л.Н.* Особенности математического моделирования передачи электроэнергии от ветроэлектростанций в оффшорных зонах. 37
- Позднякова В.В., Кустикова М.А.* Современные методы дистанционного обнаружения индикаторов залежей углеводородов в морских акваториях. 38
- Поляков А.А., Моисеев Д.В.* Система поддержки принятия решения при рассмотрении структурно-сложных организационных, организационно-технических систем различного назначения. 39
- Руднев В.П.* Применение оптической спектроскопии при исследовании влияния окружающей среды на прозрачные термопласты. 40
- Рязанов В.А., Лекарев Г.А.* Разработка и компьютерное моделирование обтекания первичных преобразователей блока измерительных каналов подводных аппаратов. 41
- Сапожникова А.А., Ракчеева Е.А., Землянов И.В.* Автоматизированные средства измерений для проведения теплораспределённых наблюдений на экспериментальных водосборах основных рек Крымского полуострова. 42
- Сафонов В.А., Дологлонян А.В., Жилиев С.А., Клименко А.Г.* Аэродинамический способ сушки и обмолота с/х культур. 43

<i>Сафонов В.А., Дьяков Н.Н., Жиляев С.А., Белогудов А.А.</i> Энергия из морской среды.	44
<i>Сафонов В.А., Жиляев С.А., Клименко А.Г., Онышко А.А.</i> Повышение эффективности ВЭС при использовании дополнительного разрежения за счет конденсатора и атмосферных осадков.	45
<i>Скатков А.В., Брюховецкий А.А., Моисеев Д.В., Сухарев Н.В.</i> Распределенная стратегия обнаружения уязвимостей интерфейсов роя БТС в условиях сетей 5G.	46
<i>Скатков А.В., Доронина Ю.В., Моисеев Д.В.</i> Метод построения систем контроля окружающей среды с переменной структурой топологии сети первичных измерителей.	47
<i>Скатков А.В., Доронина Ю.В., Моисеев Д.В.</i> Моделирование состояния первичных измерителей при стохастических начальных условиях дифференциальных моделей искусственных иммунных систем.	48
<i>Стеблянко Д.В., Греков Н.А.</i> Алгоритм повышения чувствительности измерителя вибраций, используемого для контроля окружающей среды.	49
<i>Степанова О.А., Шоларь С.А., Пеньков М.Н.</i> Влияние электромагнитного поля на морскую микробиоту.	50
<i>Халиков И.С.</i> Контроль дибензотиофена и бензо[b]нафто[2,1-d]тиофена в объектах окружающей среды с использованием ВЭЖХ-ФД.	51
<i>Чачиев Д.Р., Порозов К.С., Тимченко И.В., Сосновский Ю.В.</i> Аппаратно-программный комплекс распределенного сбора и анализа агрометеорологических данных.	52
<i>Шаповалов О.Ю.</i> Использование радиомодемов в разовых океанографических зондах.	53
<i>Шатохин А.В., Селезнев И.А., Ивакин Я.А., Греков А.Н.</i> Автоматизированный биосенсорный комплекс раннего оповещения для экологического мониторинга водной среды.	54
<i>Швоев Д.А., Волков С.В., Кочетов О.Ю., Островский А.Г.</i> Зонд-профилограф «ВИНЧИ».	55
<i>Шишкин Ю.Е., Пасынков М.А., Мишуров В.Ж., Шмырева И.Г.</i> Разработка двухкомпонентного оптического канала измерения мутности воды.	56
<i>Шишкин Ю.Е., Пелюшенко С.С., Маурин А.С.</i> Применение модели YOLOv5 для обнаружения микрообъектов в морской среде.	57
<i>Шишкин Ю.Е., Рязанов В.А., Пузанова Л.И.</i> Результаты исследований многоканальной системы измерения оптических характеристик водной среды.	58

**СЕКЦИЯ 2. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

- Аверьянова Е.А., Лубков А.С.* Сравнительный анализ изменчивости и трендов суммарных турбулентных потоков тепла по данным проекта OAFflux и атмосферных реанализов NCEP/NCAR, NCEP-R2, MERRA2. 61
- Алимтиева М.А., Юхмин Ю.Б., Шаранов С.В.* Анализ изменения приземной температуры воздуха в июле в различные периоды климатической изменчивости. 62
- Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Аршинова В.Г., Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Белан С.Б., Гурулева Е.В., Давыдов Д.К., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Law К., Рассказчикова Т.М., Paris J.-D., Савкин Д.Е., Симоненков Д.В., Скляднева Т.К., Толмачев Г.Н., Фофонов А.В.* Особенности распределения углекислого газа над Российским сектором Арктики в сентябре 2020 года. 63
- Ахсалба А.К., Евстигнеев В.П., Кишмария Я.Ш.* Климатические риски, связанные с трансформацией атмосферных осадков на территории республики Абхазия. 64
- Ахсалба А.К., Марандиди С.И., Рыбцов Т.З.* Исследование некоторых парниковых газов на территории республики Абхазия. 65
- Бессонова Т.Н.* Определение уязвимости населения Европейского и Уральского севера. 66
- Волков А.Ю., Громов С.А.* Анализ атмосферных переносов, связанных с высоким загрязнением воздуха в Центрально-Лесном биосферном заповеднике. 67
- Гайко Л.А.* Изменчивость температуры воды и воздуха вдоль побережья Приморского края на рубеже веков (Японское море). 68
- Галушин Д.А., Громов С.А.* Оценка выпадения сульфатов и азота с атмосферными осадками на станциях Российского сегмента сети ЕМЕР за период с 2000 по 2019 гг. 69
- Горностаева А.А., Демежко Д.Ю., Хацкевич Б.Д., Вдовин А.Г.* Городской остров тепла Екатеринбурга в поле температуры приземного воздуха. 70
- Гребнева Е.А.* Межгодовые колебания величины рН поверхностного слоя открытой части Черного моря. 71
- Губарев А.В., Аверьянова Е.А., Полонский А.Б.* О влиянии Восточно-Атлантического/Западно-Российского колебания на завихренность касательного напряжения трения ветра над Черноморским регионом. 72
- Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Корсакова С.П.* Типизация нормированных профилей сильных дождей в Крымском регионе. 73
- Жабин И.А., Дмитриева Е.В., Таранова С.Н.* Мезомасштабные вихри в бе- 74

ринговом море по данным Спутниковой альтиметрии.

- Жигачева Е.С., Громов С.А.* Оценка динамики соотношения уровня воды и расхода стока по данным многолетнего мониторинга реки дождевого питания Дальнего Востока. 75
- Зотов Л.В.* Изменения уровня моря и гравитационного поля по данным альтиметрии и Grace. 76
- Иванова А.А., Мирсаева Н.А.* Динамика биоклиматических ресурсов в юго-восточной части Иркутской области. 77
- Китаев Л.М., Аблаева В.А.* Особенности локальной изменчивости уровней грунтовых вод на фоне изменений метеорологического режима. 78
- Комаров Р.С.* Сверхнормативный вынос главных ионов с водами реки Кубань в Азовское море. 79
- Лубков А.С., Журавский В.Ю.* О возможных изменениях ветроэнергетических ресурсов Крыма к концу XXI века на основе проекта CORDEX. 80
- Лубков А.С., Стефанович А.А.* Подход к статистической корректировке данных атмосферных реанализов с использованием метеонаблюдений на примере Крымского региона. 81
- Марчукова О.В.* Роль экваториальных волн Россби в формировании пространственных типов Ла-нинья. 82
- Марчукова О.В., Лубков А.С., Воскресенская Е.Н.* Проявления Ла-Нинья в Европейском регионе: Ла-Нинья 2020–2021 и его наблюдаемые климатические аномалии. 83
- Маслова В.Н., Воскресенская Е.Н., Лубков А.С., Юровский А.В., Журавский В.Ю.* Проявления климатических сигналов в аномалиях Черноморских и Средиземноморских циклонов. 84
- Мищенко К.И., Трифонова-Яковлева А.М., Громов С.А.* Оценка сухих выпадений атмосферных соединений азота в районе озера Байкал. 85
- Новоселова Е.В., Белоненко Т.В., Жмур В.В.* Распределение частоты Вяйсяля-Брента в циклонах и антициклонах. 86
- Ормели Е.И., Пряхина С.И.* Влияние глобального потепления климата на продолжительность сезонов года Саратовской области. 87
- Ормели Е.И., Салманов М.А., Кукош А.С.* Особенности температурно-влажностного режима зимнего периода в Саратовском регионе за 2010–2020 гг. 88
- Парфенова А.В., Кулыгин В.В.* Поля распределений метеопараметров для анализа климатической проекции бассейна Нижнего Дона. 89

<i>Пачулия Э.В., Эмба Я.А.</i> Особенности формирования шквалистых порывов ветра на территории республики Абхазия.	90
<i>Пекарникова М.Е.</i> «Клайметгейт» и его влияние на политико-правовые аспекты регулирования антропогенных изменений климата.	91
<i>Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Мирсаева Н.А., Николаев А.А., Исмагилов Н.В.</i> Климатические изменения в Северной Евразии в XIX–XXI веках.	92
<i>Попов И.О., Попова Е.Н.</i> Исследование статистической связи числа выявленных случаев заболевания уханьским штаммом COVID-19 и погодных условий в Москве в 2020 году.	93
<i>Ракчеева Е.А., Сапожникова А.А., Землянов И.В.</i> Расчет испарения с водной поверхности водохранилищ Крымского полуострова.	94
<i>Рыбак О.О., Рыбак Е.А., Корнева И.А., Сатылканов Р.А.</i> Прогнозируемые климатические изменения во внутреннем Тянь-Шане и их вероятные последствия для водных ресурсов.	95
<i>Серебрянников А.Н.</i> Температурные изменения поверхности Черного моря, как климатический сигнал.	96
<i>Силкин П.П.</i> Пиксель-контрастная денситометрия как новый метод денситометрии годовых колец древесных растений.	97
<i>Стефанович А.А.</i> Исследование экстремальных значений РЕТ в теплый период года в городах Крыма.	98
<i>Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н., Лубков А.С.</i> Оценки линейных трендов биоклиматических индексов на территории Крыма.	99
<i>Сухонос О.Ю., Вышкваркова Е.В.</i> Совместные экстремумы температуры воздуха и осадков в Восточной Европе.	100
<i>Сухонос П.А.</i> Роль компонентов баланса тепла верхнего слоя в асимметрии аномалий температуры в восточной части Северной Атлантики.	101
<i>Федотов А.Б.</i> Анализ временных масштабов долгопериодной изменчивости океанической циркуляции с использованием трехслойной численной модели.	102
<i>Федотов А.Б.</i> Анализ процесса разрушения струйного зонального течения как элемента океанической циркуляции при различной локализации ветрового воздействия.	103
<i>Федотов А.Б.</i> Анализ формирования струйного зонального течения как элемента океанической циркуляции при различной локализации ветрового воздействия.	104
<i>Хинтуба Л.В., Эмба Я.А., Ахсалба А.К.</i> Признаки похолодания приземного	105

слоя воздуха в Абхазии в последнее десятилетие.

- Fang J.* The possible causes and effects of global warming on China. 106
- Jingyi Y.* Development of global and regional climate research methods. 107
- Lingxiang Y.* The influencing parameter of flow blocking effect of MIKE21 middle pier. 108
- Ru Z., Jun S., Polonsky A.B., Linhui W., Junru G., Yanzhao F., Qian Z., Ruijin Z.* The spring-neap variability and mechanisms of long-term variations in the upwelling at the tip of Liaodong Peninsula, China. 109

СЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

- Агаркова-Лях И.В., Фролова К.В.* Анализ адаптаций береговой растительности к условиям жизни в контактной зоне «Суша-Море». 113
- Акынжанов Т.Б.* Идентификация городской окраины на основании энтропии землепользования для целей экологического районирования. 114
- Андреева Н.А., Снарская Д.Д.* Цианобактерии фитобентоса прибрежной акватории Крыма. 115
- Бойко Н.Г., Дунаева Е.А.* Влияние спектра поглощения света на рост и развитие озимого ячменя *HORDEUM VULGARE*. 116
- Габдрахимова В.А., Шагидуллин А.Р., Мусина А.А.* Оценка потенциала самоочищения атмосферы. 117
- Гарцман Б.И., Морейдо В.М., Губарева Т.С.* Организация инструментального мониторинга источников питания и механизмов формирования стока рек Крыма. 118
- Гладчук А.С., Иванова Д.Н., Бабенко Д.И., Гафт С.С., Александрова М.Л., Суходолов Н.Г., Подольская Е.П.* Анализ липофильных гидроксилсодержащих природных соединений с использованием технологии Ленгмюра. 119
- Горбунова Т.Л., Матова Н.И., Бабич В.Р.* Разработка СУБД биоиндикаторных параметров состояния гидробиоценозов природных водотоков. 120
- Губарева Т.С., Лупаков С.Ю., Шамов В.В., Гарцман Б.И.* Измерение стволового сокодвижения в рамках гидрологического мониторинга речного бассейна в южном Приморье. 121
- Егоркин А.А.* Использование онтологического подхода для разработки систем поддержки принятия решений по обеспечению экологической безопасности природно-технических систем. 122
- Еркушов В.Ю., Шибеева С.А., Дьяков Н.Н.* Содержание тяжелых металлов в водах Севастопольского Района и поверхностных водах Крыма в 2021–2022 123

гг.

<i>Журавский В.Ю., Трусевич В.В.</i> Поведенческие реакции пресноводных моллюсков перловиц на нефтяное загрязнение в условиях эксперимента.	124
<i>Задкова А.Г., Смирнова Е.А.</i> Комплексный подход по программе мониторинга техногенных образований.	125
<i>Иванютин Н.М., Волкова Н.Е., Пихтерева А.В.</i> Оценка экологического состояния водотока Петровская балка.	126
<i>Казанкова И.И.</i> Поведение личинок и постличинок мидии, митилястера и анадары на контрольных субстратах с ворсистой поверхностью.	127
<i>Казанкова И.И.</i> Распределение по глубине постличинок мидии, мититлястера и анадары на контрольных субстратах в прибрежных водах южного и юго-западного Крыма.	128
<i>Казанкова И.И., Шлык А.В., Клименко А.В.</i> Позднее весеннее оседание мидии в прибрежных водах Севастополя в 2022 г. как момент в мониторинге популяемости ее популяции и состояния окружающей среды.	129
<i>Калниня Я.К., Хаюрова А.В., Бабенко Д.И., Краснов К.А., Краснова А.А., Мельникова М.В., Гладчук А.С., Суходолов Н.Г., Подольская Е.П., Шустов Е.Б.</i> Определение полипренолов с использованием Хроматографа «МИЛИ-ХРОМ А-02».	130
<i>Крыжко А.В., Дидович С.В.</i> Особенности культивирования агрономически полезных бактерий в суспензии акрилатных гидрогелей.	131
<i>Мельникова М.В., Шустов Е.Б., Бельская А.В., Бондаренко А.А., Шемаев М.Е., Мелехова А.С., Ватаева А.А., Мастерова К.В.</i> Разработка биомедицинской модели сочетанного воздействия низких доз химического и электромагнитных факторов.	132
<i>Мусина А.А., Шагидуллин А.Р., Габдрахимова В.А.</i> Оценка качества атмосферного воздуха г. Казань по данным автоматических станций мониторинга.	133
<i>Никишова В.Д., Короткова Н.В.</i> Влияние инверсий на загрязнение атмосферного воздуха в г. Уфа.	134
<i>Николаев Д.О., Мухарамова С.С.</i> Оценка потенциальных эрозионных потерь почвы за период талого стока для европейской территории России.	135
<i>Новиков А.А., Каширина Е.С.</i> Концепция «цифрового двойника» города. Мировой и отечественный опыт реализации.	136
<i>Олейник А.Ю.</i> Изменение эксплуатационных характеристик модифицированных стеклопластиков в условиях морской атмосферы.	137
<i>Онышко А.А.</i> Анализ существующих методик технико-экономического	138

обоснования гибридных установок и ВИЭ.

<i>Петренко А.Е.</i> Внедрение системы интенсификации риса в развивающиеся страны.	139
<i>Подовалова С.В., Манжос А.А., Волкова Н.Е.</i> Выбор репрезентативных показателей для оценки ирригационного качества воды.	140
<i>Рычкова А.А., Громов С.А.</i> Анализ трендов изменения содержания веществ в поверхностных водах рек на станциях ЕАНЕТ за 2007–2021 гг.	141
<i>Сазонов А.Д.</i> Динамика поверхностного гидрохимического стока соединений меди и цинка в бассейне реки быстрая (Ростовская область).	142
<i>Самойлов С.Ю., Евстигнеев В.П.</i> Обоснование и перспектива развития адаптивной системы климатического мониторинга окружающей среды приморской территории.	143
<i>Сидоров С.М.</i> Прогнозирование и оценка динамики автономного ветродизельного комплекса на основе его скрытой марковской модели.	144
<i>Сизова О.С., Смирнова Л.Л.</i> Экология микроорганизмов перифитона на противоположающихся покрытиях в прибрежных акваториях юго-западного Крыма.	145
<i>Сосновский Ю.В.</i> Формализация требований к построению распределенных систем мониторинга.	146
<i>Стецюк А.П.</i> Актуальность изучения распределения ртути в акваториях Крымского полуострова.	147
<i>Турина Е.Л., Корнев А.Ю.</i> Урожайность сортов и синтез биотоплива из <i>Carthamus tinctorius</i> в Крыму.	148
<i>Халиков И.С.</i> Оценка сезонного профиля бенз(а)пирена в атмосферном воздухе на постах государственной наблюдательной сети г. Красноярск.	149
<i>Чердакова А.С., Гальченко С.В.</i> Стимулирующее действие гуминовых препаратов при микробиоремедиации нефтезагрязненных почв.	150
<i>Юнчик Ю.А.</i> Агроэкологическое картографирование как способ совершенствования управления землями сельскохозяйственного назначения.	151
<i>Jingwen L.</i> A study on the methods of environmental research.	152
<i>Xing K.</i> Recruitment and colonization of macroalgae to the rocky shore by ocean warming.	153

СЕКЦИЯ 1

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ТЕНЗОРЕЗИСТОРНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Гайский В.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

gaisky@inbox.ru

В различных областях народного хозяйства, и в океанологии в частности, широко используются тензорезисторные измерители гидростатического давления (Левашов, 2003; Степанюк, 1986). Эти измерители работают в морской среде при различных температурах, относительно дешевы и обеспечивают точность порядка нескольких десятых долей процента. Однако такой точности недостаточно для решения многих задач и, в частности, для измерения локальной плотности воды при высоких внешних давлениях.

Датчики в известных измерителях содержат по четыре тензорезистора (ранее металлических, сейчас полупроводниковых), размещенных на чувствительных к давлению мембранах и преобразующих механическое перемещение в электрическое сопротивление. Тензорезисторы обычно включены в плечи четырехплечего моста с разными знаками чувствительности в смежных плечах для получения большей амплитуды выходного сигнала на диагонали моста. Анализ показывает, что в такой схеме удваивается нелинейность сквозного канала относительно к давлению, которая изначально имеет место при неточном изготовлении тензорезисторов и зависимости их сопротивления от температуры. Использование мостовой схемы включения тензорезисторов при замене металлических тензорезисторов на полупроводниковые, чувствительность которых на два порядка выше, потеряло смысл и существенно ограничило возможности борьбы с нелинейностью и температурной зависимостью.

Если для повышения инструментальной точности использовать принципы теории инвариантности, то измерители гидростатического давления необходимо выполнять интегрально (Ваганов, 1983) с k отдельными тензорезисторными преобразователями, имеющими существенные различия по чувствительности β_{ij} давлению P и по чувствительности α_{is} к температуре θ . Модель измерителя будет в виде СЛАУ

$$R_{i0} \left(1 + \sum_{j=1}^m \beta_{ij} P^j \right) \left(1 + \sum_{s=1}^n \alpha_{is} \theta^s \right) = R_i, \quad i = \overline{1, k}, \quad k = (m+1)(n+1) - 1,$$

и давление P вычисляется из решения этой системы при известных из градуировки коэффициентах β_{ij} , α_{is} , $j = \overline{1, m}$, $s = \overline{1, n}$, R_{i0} и измеренных R_i , без измерения температуры θ .

Предполагается (Гайский, 2022), что с повышением степени m и n полиномов аппроксимации в модели тензорезисторов будет повышаться точность измерителя. Например, предположительно при $m = 4$, $n = 4$, $k = 24$ получим 0,01%.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 121122300070-9.

Список использованной литературы:

Левашов Д.Е. Датчики и измерители гидростатического давления // Техника экспедиционных исследований: Инструментальные методы и технические средства оценки промышленно-значимых факторов среды. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. С. 51–67.

Степанюк И.А. Океанологические измерительные преобразователи. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 272 с.

Ваганов В.И. Интегральное термопреобразование. М.: Энергоатомиздат, 1983. 136 с.

Гайский В.А. Метод и устройства с тензорезисторными датчиками для измерения гидростатического давления. Системы контроля окружающей среды. 2022. 2(48). С. 36–45.

**ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ
УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА МОРСКУЮ МИКРОБИОТУ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Гайский П.В.¹, Шоларь С.А.^{1,2}, Степанова О.А.²

¹ФИЦ Морской гидрофизический институт (МГИ) РАН, г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем» (ИПТС), г. Севастополь, Россия
gaysky@inbox.ru, sa.sholar@mail.ru, solar-ua@ya.ru

Как известно, вторая половина XX века характеризовалась глобальным антропогенным прессом на атмосферу Земли, что сопровождалось множеством изменений в природе, в т.ч. нарушением озонового слоя с резким повышением доли ультрафиолетового (УФ) излучения в спектре солнечной радиации, достигающей поверхности Земли. Открытые водоемы и гидробионты в первую очередь оказались подвержены воздействию увеличенной нагрузки УФ (Worrest et al., 1981). Появляются сведения о фиксации озоновых дыр в атмосферном слое Земли примерно в 24 километрах над поверхностью в тропических широтах (<https://lenta.ru/news/2022/07/08/ozonehole/>). Этот факт увеличивает актуальность исследований воздействия УФ нагрузки с разной интенсивностью на представителей морской биоты, особенно на фитопланктон, как на производителя кислорода и первичного органического углерода в гидросфере. С учетом актуальности этой проблемы на базе лаборатории Инновационного морского приборостроения МГИ была создана лабораторная установка для изучения влияния УФ нагрузки на представителей фитопланктона на примере культур микроводорослей. Для исследований использовали культуру *Tetraselmis viridis*, полученную в 2021 г. из отдела Экологической физиологии водорослей ФИЦ «ИнБИОМ А.О. Ковалевского РАН» и поддерживаемую в стабилизирующей среде Гольдберга на базе ИПТС.

В основе созданной лабораторной установки предусмотрены экранированный термостатный короб с открытым для попадания естественного света верхом и цилиндрическими прозрачными емкостями (для опыта и контроля) объемом по 1,8 л.

В проведенных экспериментах использовалось по 1,0 л подготовленной культуры микроводоросли *Tetraselmis viridis*. Опыт и контроль были разделены отражающим УФ экраном. В части, предназначенной для опыта, по бокам емкости были размещены две продольные УФ лампы (UV-A, 316÷365 нм) с суммарной излучающей мощностью до 3 Вт. В качестве контроля гидрохимических показателей использовались погружные датчики лабораторного комплекса «Среда» (Гайский, 2019). Эксперименты проводились при естественном комнатном освещении с регулярным отбором проб из опыта и контроля для биологических и биофизических исследований образцов, а также выполнением измерений температуры, освещенности, кислотности (Ph) и концентрации растворенного кислорода.

Полученные результаты выполненных экспериментов свидетельствовали об ответных реакциях культуры микроводоросли (изменение чувствительности к вирусному лизису и оптической плотности *D*, определяемой на спектрофотометре МС 122А) на воздействие УФ нагрузки. Дальнейшие работы в этом актуальном направлении при модернизации и использовании созданной лабораторной установки будут продолжены.

Работа выполнена по госбюджетным темам ФИЦ МГИ РАН № 0555-2021-0004 и № 0555-2021-0003, а также ИПТС № госрегистрации 121122300070-9.

Список использованной литературы:

Worrest R.C., Wolniakowski K.U., Scott J.O. et al. Sensitivity of marine phytoplankton to UV radiation: impact upon A model ecosystem // Photochem. And Photobiol. 1981. 33, N2. P. 223–227.

Гайский П.В. Модернизация электронного блока лабораторного стенда «Среда» // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: ИПТС. 2019. Вып. 4 (38). С. 5–10.

АНАЛИЗ ЛИПОФИЛЬНЫХ ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИХ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕНГМЮРА

Гладчук А.С.^{1,2}, Иванова Д.Н.³, Бабенко Д.И.³, Гафт С.С.¹, Александрова М.Л.¹,
Суходолов Н.Г.^{2,4}, Подольская Е.П.^{1,4}

¹ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

²СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия

³СПбГТИ (ТУ), г. Санкт-Петербург, Россия

⁴ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

aleglad24@gmail.com

К липофильным гидроксилсодержащим природным соединениям относится большое количество биологически активных веществ. Например, монокарбоновые гидроксикислоты, представителями которых являются желчные кислоты и некоторые фитогормоны (абсцизовая и жасмоновая кислоты). Известно, что желчные кислоты являются маркерами таких заболеваний, как холестаз любой этиологии, особенно длительный (вирусный и лекарственный гепатит, билиарный цирроз, первичный склерозирующий холангит, поражение печени при алкоголизме, первичная гепатоцеллюлярная карцинома, острый холецистит с холангитом и др.). В то же время, абсцизовая и жасмоновая кислоты являются маркерами осмотического стресса у растений, который развивается в результате засухи или избыточной засоленности почв. В обоих случаях, при определении маркеров требуются методы исследования, обладающие таким важным качеством, как экспрессность. Методики, использующиеся на сегодняшний день, требуют не только длительной многоступенчатой пробоподготовки, но и использования хромато-масс-спектрометрических методов анализа, которые также весьма затратны. На сегодняшний день масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией (МАЛДИ-МС) является одним из наиболее чувствительных и высокопроизводительных методов анализа. Однако, ограничение метода, как по концентрационному диапазону, так и по компонентности анализируемого образца не позволяют анализировать многокомпонентные пробы.

Недавно была разработана методика быстрого скрининга свободных жирных кислот, также являющихся липофильными соединениями, в виде их монокарбоксилатов бария с использованием технологии Ленгмюра методом МАЛДИ-МС. Было показано, что этот подход отличается не только экспрессностью, чувствительностью, но и высокой воспроизводимостью. Кроме того, предложенный подход не требует высоких затрат на реактивы и расходные материалы, но и очень прост в осуществлении. Нами была проведена оптимизация упомянутой методики для анализа липофильных гидроксилсодержащих природных соединений с использованием технологии Ленгмюра на примере желчных кислот и фитогормонов (абсцизовой и жасмоновой кислот). Показано, что оптимизированная методика также отличается высокой чувствительностью и экспрессностью. Предел обнаружения по массе вещества на мишени для литохолевой кислоты составил 113 пг, холевого кислоты – 123 пг, урсодезокси-холевого кислоты – 589 пг, абсцизовой кислоты – 61 пг и жасмоновой кислоты – 63 пг.

При экстракции желчных кислот из сухой желчи смесью этанола с н-гексаном по результатам МАЛДИ-МС анализа были определены холевого и хенодесоксихолевого кислоты, а также их конъюгаты с глицином и таурином в виде их монокарбоксилатов бария. Также было показано, что анализ абсцизовой и жасмоновой кислот в составе природных образцов с использованием оптимизированной методики следует проводить в гексановом экстракте из высушенной вытяжки, полученной из растительного материала.

Таким образом, апробация предложенного подхода при МАЛДИ-МС анализе экстрактов из природных образцов продемонстрировала возможность использования методики для быстрого скрининга с целью определения монокарбоновых гидроксикислот в природных и биологических образцах.

КОМПЕНСАЦИЯ ЗАДЕРЖЕК АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ПРИБОРАХ, ИЗМЕРЯЮЩИХ СКОРОСТЬ ТЕЧЕНИЯ, СКОРОСТЬ ЗВУКА И ТЕМПЕРАТУРУ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Греков А.Н.¹, Греков Н.А.¹, Кравцова С.Е.², Алексеев С.Ю.¹

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
i@angrekov.ru

Основные требования к гидрологическим акустическим измерителям течений – это универсальность прибора (способность работать в морских и речных условиях), а также простота методик измерения и постановок приборов на гидроузлах. Разработаны акустические измерители скорости течения ИСТ-1 (Греков, 2007), которые предназначены для измерения скорости течения, направления течения, температуры и гидростатического давления (глубины) воды в любых водотоках и ИСТ-1М (Алексеев, 2008) – векторного типа для применения в речных и морских условиях.

Точность этих средств измерения ограничена влиянием на результат измерения временными задержками сигналов в передающих и приемных трактах. В приборе акустические пьезопреобразователи A и B расположены в измерительной трубе на расстоянии L . Каждый из пьезопреобразователей имеет задержку сигнала при передаче τ_1 и τ_3 и при приеме – τ_2 и τ_4 . Время прохождения акустического сигнала от преобразователя A к преобразователю B : $\tau_A = \tau_1 + \tau_{L1} + \tau_2$, от преобразователя B к преобразователю A $\tau_B = \tau_3 + \tau_{L2} + \tau_4$, где $\tau_{L1} = L/(C+V)$ и $\tau_{L2} = L/(C-V)$.

Дополнительно при излучении преобразователем A принимаем этим же преобразователем отраженный от преобразователя B сигнал: $\tau_{A0} = \tau_1 + \tau_{L1} + \tau_{L2} + \tau_3$. При излучении преобразователем B и приеме им отраженного сигнала: $\tau_{B0} = \tau_4 + \tau_{L2} + \tau_{L1} + \tau_2$.

Сумму времен сигналов τ_A и τ_B можно записать как:

$$\tau_A + \tau_B = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \frac{L}{C+V} + \frac{L}{C-V}, \quad C = \frac{L \pm \sqrt{L^2 + \Delta\tau^2 V^2}}{\Delta\tau},$$

где $\Delta\tau = \tau_{A0} + \tau_{B0} - \tau_A + \tau_B$ – величина разностного сигнала в измеряемой жидкости.

При воздействии на измерительный канал температуры T , уравнение запишем как:

$$C(T) = \frac{L(T) \pm \sqrt{L^2(T) + \Delta\tau^2 V^2}}{\Delta\tau}.$$

Длина измерительной базы для конкретной температуры T определяется из уравнения $L(T) = C_\delta(T)\Delta\tau_\delta$, где: $C_\delta(T)$ – зависимость скорости звука от температуры в дистиллированной воде.

Разработан метод измерения, в котором используется время прохождения повторных отраженных от преобразователей акустических сигналов, что позволяет учитывать временные аппаратные задержки и изменение длины измерительной базы, влияющие на определение скорости звука и течения, при этом повышается точность измерения параметров скорости звука при одновременном измерении скорости течения и температуры для жидких сред с различной плотностью.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС (гос. рег. № 121122300070-9).

Список использованной литературы:

Греков Н.А., Греков А.Н., Даниленко М.Я., Жемков Е.И. Исследование акустического канала измерителя скорости течения // Системы контроля окружающей среды. Средства, модели и мониторинг. Севастополь: МГИ НАН Украины, 2007. С. 28–31.

Алексеев С.Ю., Греков А.Н. Акустический измеритель скорости и направления течения ИСТ-1М речного и морского назначения // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины, 2008. С. 77–82.

УРАВНЕНИЯ СКОРОСТИ ЗВУКА МОРСКОЙ ВОДЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БЫСТРОМЕНЯЮЩИХСЯ ОКЕАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Греков А.Н., Греков Н.А., Сычев Е.Н., Кузьмин К.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
i@angrekov.ru

Задача обработки и анализа экспериментальных океанографических данных, получаемых при экспедиционных исследованиях гидрофизических полей, в реальном масштабе времени требует создания алгоритма расчета для конкретных аппаратных средств, который должен обеспечивать минимальные временные затраты при требуемой точности. В нашем случае это касается скорости звука морской воды, температуры, гидростатического давления и абсолютной солености. Все эти параметры могут быть получены современными инструментальными средствами, установленными на подводных глубоководных аппаратах, которые движутся с большими скоростями. При этом полученные расчетные характеристики полей должны иметь минимальные погрешности, так как они используются, в том числе, для коррекции движения самих подводных аппаратов. Развитие микроэлектронной и микропроцессорной элементной базы сделало возможным перенесение значительного объема операций по обработке результатов измерений непосредственно в подводные модули, оснащенные микроконтроллерами.

Разработаны два компактных полиномиальных уравнения, выражающих зависимость скорости звука морской воды от входных параметров: температуры *in situ*, гидростатического давления и абсолютной солености водной среды. Уравнения разработаны на основе данных Международного уравнения состояния TEOS-10. Первое уравнение предназначено для использования в технических целях и воспроизводит данные TEOS-10 по скорости звука морской воды в широком диапазоне параметров водной среды со среднеквадратическим отклонением 0,987 см/с. Второе – более точное уравнение предназначено для применения в научных целях и воспроизводит данные TEOS-10 по скорости звука морской воды в океанографическом диапазоне параметров со среднеквадратическим отклонением 0,113 см/с. Уравнения могут быть использованы для решения прямых и обратных расчетных задач. В прямой расчетной задаче по измеренным значениям входных параметров рассчитывается соответствующее им значение скорости звука. В обратной расчетной задаче по измеренным значениям скорости звука и каких-либо двух из трех входных параметров рассчитывается соответствующее им значение неизвестного третьего входного параметра. Выполнен сравнительный анализ быстродействия различных уравнений скорости звука для персонального компьютера и двух типов широко используемых микроконтроллеров. В результате проведенного исследования экспериментально подтверждена более высокая эффективность разработанных уравнений с точки зрения их быстродействия, занимаемой компьютерной памяти и энергопотребления по сравнению с международным уравнением TEOS-10. Разработанные уравнения и созданные на их основе программные коды для микроконтроллеров являются удобными инструментами для оснащения различных морских платформ и особенно быстро движущихся подводных аппаратов. Применение этих уравнений позволит с высокой точностью выполнять измерения в реальном масштабе времени в условиях быстроменяющейся водной среды, что может быть использовано и для коррекции движения самих подводных аппаратов.

Список использованной литературы:

Греков А. Н., Греков Н. А., Сычев Е. Н., Кузьмин К. А. Метод расчета скорости звука в морской воде для измерения быстроменяющихся океанических процессов // Океанологические исследования. 2022. Т. 50. № 2. С. 5–33. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50\(2\).1](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(2).1).

АЛГОРИТМЫ БУСТИНГА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ ЭЙЛЕРА В ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Греков А.Н., Кабанов А.А

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
i@angrekov.ru

Наряду с классическими методами исследования океанов в последние десятилетия активно внедряются автономные платформы. Навигация является одной из ключевых технологий таких платформ, поскольку локализация, отслеживание пути и управление платформой основаны на точных навигационных параметрах. Некоторые методы навигации, обычно используемые на суше и в воздухе, не подходят для подводного применения из-за ослабляющего влияния воды на электромагнитные сигналы, поэтому подводная навигация является основной проблемой при применении автономных подводных аппаратов. Инерциальная навигационная система (ИНС), использующая, например, микроэлектромеханические датчики (MEMS), выступает в качестве основной навигационной системы автономных платформ. В настоящее время набирают всё большую популярность современные методы, улучшающие навигационные параметры с применением технологий машинного обучения.

В работе были реализованы два алгоритма бустинга МО для улучшения определения углов Эйлера (крен, тангаж и рыскание) по данным MEMS датчиков. В предыдущих работах авторов были реализованы три наиболее распространенные алгоритмы обучения с учителем: метод опорных векторов (support vector machine – SVM), k-ближайших соседей (k-nearest neighbors – KNN) и дерево принятия решения (Греков и др., 2021; Греков, Кабанов, 2022). После оптимизации гиперпараметров правильность (accuracy) классификации модели KNN составила $0,89 \pm 0,01$, а модели дерева решений – $0,91 \pm 0,01$. Проверка на тестовом наборе данных также подтвердила хорошую эффективность этих классификаторов: правильность (accuracy) KNN – 0,90, дерева решений – 0,91, SVM – 0,907. Объединение трех вышеупомянутых классификаторов в ансамбль со взвешенным большинством голосов дает небольшой прирост правильности (accuracy) классификации: 0,92 на обучающем и тестовом наборах данных.

Accuracy полученная алгоритмом градиентного бустинга XGBoost превышает уровень отдельных классификаторов $0,913 \pm 0,006$ на обучающей выборке и 0,912 на тестовой и соответствует уровню ансамбля со взвешенным большинством голосов. При этом алгоритм адаптивного бустинга AdaBoost справляется с поставленной задачей хуже. Кроме того, лучшие результаты он показывает при большем количестве отдельных деревьев (50 против 10 в XGBoost), что приводит к большему времени обучения модели и расчета результата.

Предложенный алгоритм бустинга машинного обучения продемонстрировал свою способность к правильной классификации в присутствии типичного для MEMS сенсоров шума, что позволяет рекомендовать полученные результаты исследований для улучшения качества навигационной информации.

Список использованной литературы:

Греков А.Н., Кабанов А.А., Алексеев С.Ю. Метод опорных векторов для определения углов Эйлера в инерциальной навигационной системе // Системы контроля окружающей среды. 2021. Вып. 4 (46). С. 134–142. <https://doi.org/10.33075/2220-5861-2021-4-134-142>;

Греков А.Н., Кабанов А.А. Ансамблевые методы машинного обучения для определения углов Эйлера в инерциальной навигационной системе. // Системы контроля окружающей среды. 2022. Вып. 1 (47). С. 112–120. <https://doi.org/10.33075/2220-5861-2022-1-112-120>].

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ В АКУСТИЧЕСКОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТРУБЕ ПРИБОРА С КОНФУЗОРОМ

Греков А.Н., Греков Н.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

i@angrekov.ru

Известно, что ультразвуковая волна несет информацию о скорости течения, когда она распространяется в текучей жидкости. Скорость можно определить, измерив время распространения ультразвуковой волны. Принцип используемых сегодня ультразвуковых измерителей со временем прохождения был основан на том, что скорость равномерна на пути распространения ультразвуковой волны. Анализ известных работ показал, что существует ограниченное количество доступной информации о влиянии профиля скорости на неопределенность измерения. В некоторых работах теоретически и экспериментально рассмотрено влияние профилей скорости поперек акустического измерительного канала на время распространения ультразвуковой волны. Предложены теоретические поправочные коэффициенты для повышения точности измерений. Воспользоваться этими результатами для нашего случая не представляется возможным, так как в известных работах не учитывается влияние конфузора, ограниченность длины измерительного канала и косоструйность течения.

Одно из исследований, проводимых в приложении COSMOSFloWorks пакета SolidWorks с измерителем скорости течения ИСТ-1, это моделирование профиля течения в измерительной трубе и определение погрешности от косоструйности в диапазоне углов от 0° до 30° и сравнение результатов с погрешностями механических вертушек

Разработка прибора была произведена с использованием пакета программ AutoCAD. Диаметр измерительной трубы и угол раскрытия конфузора для конкретного измерителя определялись в результате моделирования на интеграционных CAD и CAE системах, в частности приложения COSMOSFloWorks пакета SolidWorks которые также использовались для исследования полей скорости течения и давления при обтекании приборов серии ИСТ.

3D-модель измерителя скорости течения была выполнена в SolidWorks по чертежам рабочего проекта, поэтому никаких проблем с импортом модели в расчетную область COSMOSFloWorks не вызвала.

Математическая модель расчетной области представляла собой параллелепипед с габаритными размерами $l \times b \times h = 0,5 \times 0,4 \times 0,4 \text{ м}^3$.

Чтобы оценить точность полученного решения поставленной математической задачи, проводились несколько расчетов на разных расчетных сетках, отличающихся размером и, соответственно, количеством ячеек. Было получено, что, начиная с определенной частоты сетки, решение задачи перестало значимо зависеть от частоты сетки, т.е. вышло на «полку», что указало на то, что необходимая точность решения математической задачи достигнута, так как получена сеточная сходимость решения математической задачи.

Таким образом, моделирование с помощью COSMOSFloWorks заключалось в проведении при фиксированных значениях модели, расчетной области, граничных и начальных условиях выполнения, нескольких расчетов с варьированием расчетной сетки. Определение точности полученного решения.

Проведено моделирование профилей скорости течения в измерительной трубе прибора с конфузуром в зависимости от косоструйности и скорости набегающего потока, с дискретностью 1 м/с и максимальной скоростью 5 м/с. Выполнен анализ профилей скорости течения полученных между двумя пьезоизлучателями расположенными на расстоянии L из чего следует, что создать математическую модель для расчета скорости течения с учетом всех влияющих факторов и с приемлемой точностью не представляется возможным. Поэтому величины задержек необходимо определять в натуральных условиях, используя результаты градуировки, проведенной на специальном гидродинамическом лотке.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС (гос. рег. № 121122300070-9).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ПРИ РАБОТЕ НА ЧАСТИЧНЫХ НАГРУЗКАХ

Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Клименко А.Г.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
dologlonyan@mail.ru

Гибридные солнечные микрогазотурбинные установки по сравнению с установками на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) имеют следующие преимущества:

1. Могут обеспечить устойчивое и постоянное снабжение объекта энергией требуемого качества в необходимом количестве.
2. Не требуется аккумулирования энергии, вырабатываемой ВИЭ.
3. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии.
4. Возможность гибкого регулирования рабочего процесса микрогазотурбинных двигателей (МГТД) за счет перераспределения потоков энергии внутри цикла (с помощью регулируемого соплового аппарата или байпасирования циклового воздуха мимо регенератора при его наличии) для изменения соотношения выходной тепловой и электрической энергии в зависимости от потребностей локального объекта (потребителя).
5. Повышение экономичности базовой установки за счет использования ВИЭ.
6. Более низкая удельная стоимость по сравнению с ВИЭ.

Поскольку работа гибридных солнечных энергетических установок часто осуществляется на частичных нагрузках в зависимости от условий эксплуатации, то необходимо определить их топливную экономичность на частичных нагрузках.

Схема гибридной солнечной МГТУ на базе МГТД с турбокомпрессорным утилизиатором (ТКУ) и регенерацией (Р) представлена на рис. 1, а характеристика относительной топливной экономичности от относительной нагрузки для различных площадей ФСК – на рис. 2.

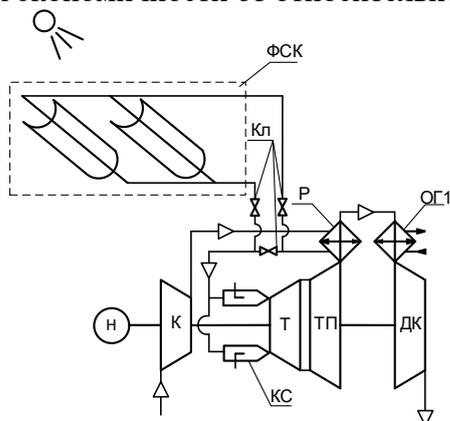


Рисунок 1 – Схема когенерационной гибридной солнечной МГТУ ПЦ+ТКУ+Р: К – компрессор; КС – камера сгорания; Т – турбина; ОГ2 – охладитель газов; Н – нагрузка; ТП – турбина; ОГ1 – охладитель газов; ДК – дожигающий компрессор; Р – регенератор

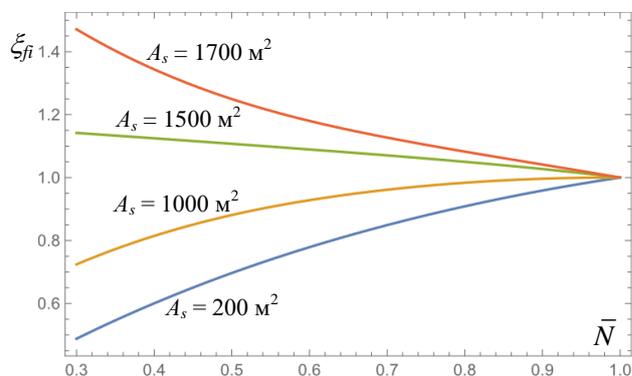


Рисунок 2 – Зависимость относительного коэффициента использования топлива когенерационной гибридной солнечной МГТУ ПЦ+ТКУ+Р от нагрузки при различных площадях ФСК для июня 09.00

В заключение можно сделать вывод, что при снижении нагрузки гибридных солнечных МГТУ в летнее солнечное время при больших площадях апертуры ФСК имеет место превышение температуры на выходе из ФСК над максимальной температурой цикла. Для схем МГТД без регенератора эта проблема может быть решена установкой дополнительного охладителя. Для схем МГТД с регенератором возможно только ограничение площади апертуры ФСК.

Кроме того, установлено, что в солнечное время при определенных площадях апертуры ФСК относительный коэффициент использования топлива гибридных солнечных МГТУ не зависит от нагрузки независимо от схемы базовой конфигурации МГТД. При превышении этого порогового значения топливная экономичность таких МГТУ только возрастает.

СПОСОБ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА В МЕХАНИЧЕСКУЮ

Дологлонян А.В.¹, Сафонов В.А.^{1,2,3}, Клименко А.Г.¹

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

³Севастопольское отделение государственного океанографического института,

г. Севастополь, Россия

dologlonyan@hotmail.com

Предложен новый способ преобразования энергии ветра в механическую, предназначенный для полного использования диапазона ветров и непрерывного обеспечения потребителя энергией, независимо от скорости ветра (см. фиг. 1).

Данная ВЭУ содержит ветроколесо 1, соединенное валом 8 с механической передачей 2, которая через разъединительную муфту 3, подключена к обратимому электродвигателю 5, соединенному через разъединительную муфту 6 с нагрузкой 7 и приводящего ее в действие, а также и питающегося от электросети 4 при мощности ветроколеса 1 меньше мощности нагрузки 7 или работающего на электросеть 4 и на нагрузку 7 при мощности ветроколеса 1 больше мощности нагрузки 7.

В качестве механической передачи может использоваться мультипликатор с постоянным или переменным передаточным числом. В качестве обратимого электродвигателя может использоваться асинхронный в электродвигатель, работающий в режиме генератора при мощности ветроколеса большей мощности нагрузки. В качестве разъединительной муфты может использоваться электромагнитная муфта. В качестве нагрузки может использоваться насос, вентилятор, генератор и пр. Ветроустановка может использоваться как горизонтально-осевая, так и вертикально-осевая.

Предлагаются 4 варианта реализации способа.

Первый вариант. При наличии ветра, который обеспечивает мощность ветроколеса 1 меньше, чем мощность нагрузки 7, мощность ветроколеса 1 через механическую передачу 2 и разъединительную муфту 3 передается на обратимый электродвигатель 5, и суммируется с электрической мощностью, получаемой от электросети 4, при этом суммарная мощность передается через разъединительную муфту 6 нагрузке 7.

Второй вариант. При наличии ветра, который обеспечивает мощность ветроколеса 1 больше, чем мощность нагрузки 7, мощность ветроколеса 1 через механическую передачу 2 и разъединительную муфту 3 передается на обратимый электродвигатель 5, а через него и разъединительную муфту 6 нагрузке 7, при этом сам обратимый электродвигатель 5 переходит в режим генерации, передавая избыточную мощность, с учетом потерь, в электросеть 4.

Третий вариант. При отсутствии ветра разъединительная муфта 3 отключает ветроколесо 1 и механическую передачу 2 от остальной установки, при этом нагрузка 7 приводится от обратимого электродвигателя 5, запитанного только от электрической сети 4.

Четвертый вариант. При наличии ветра, и отсутствии нагрузки 7, разъединительная муфта 6 отключает нагрузку 7 от остальной установки и мощность ветроколеса 1 через механическую передачу 2 и разъединительную муфту 3 передается на обратимый электродвигатель 5, который переходит в режим генерации, передавая мощность, вырабатываемую ветроустановкой с учетом потерь, в электросеть 4.

Таким образом, происходит непрерывное обеспечение потребителя энергией независимо от наличия и скорости ветра. Способ может быть применен для различных типов ветроустановок.

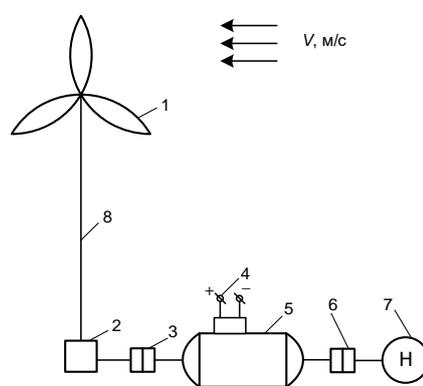


Рисунок 1 – Схема установки, реализующей предлагаемый способ

1 – ветроколесо; 2 – механическая передача; 3 – разъединительная муфта; 4 – электросеть; 5 – электродвигатель; 6 – разъединительная муфта; 7 – нагрузка; 8 – вал

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Евдокимов П. А.^{1,2}, Широков И. Б.², Широкова Е. И.²

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
evdokimov@ieee.org

Принцип работы устройства контроля изменения состава воздушной среды основан на измерении набега фазы микроволнового сигнала при его прохождении через исследуемую среду (Широков и др., 2021). Устройство состоит из двух микроволновых блоков, а именно блока ретранслятора и измерительной станции. Состав, назначение и принцип работы блока ретранслятора были описаны в работе (Широков, 2021).

Измерительная станция устройства контроля изменения состава воздушной среды выполняет следующие функции:

- первичная генерация микроволнового измерительного сигнала с частотой f_1 ;
- вторичный прием микроволнового измерительного сигнала с частотой f_2 ;
- осуществление гомодинного преобразования и выделение низкочастотного информационного сигнала с частотой F_1 ;
- измерение метеорологических параметров исследуемой среды.
- определение изменения набега фазы микроволнового сигнала с учетом метеорологической составляющей исследуемой среды.

Измерительная станция состоит из микроволнового генератора, рупорной антенны, Y-циркулятора, микроволнового смесителя, усилителя-ограничителя, фазового детектора, процессорного блока, измерителей метеопараметров, устройства вывода. Частота f_1 измерительного сигнала равна 9,4 ГГц, частота сигнала синхронизации F_1 составляет 1 кГц, при этом частота $f_2 = f_1 \pm F_1$.

Микроволновый генератор, который входит в состав измерительной станции является важной частью устройства, так как нестабильность частоты микроволнового генератора сказывается на точности проводимых гомодинных измерений при использовании устройства на протяженных измерительных трассах. Для получения высокой стабильности частоты измерительного сигнала был разработан генератор микроволновых колебаний на основе системы косвенного синтеза частот с шагом сетки частот 100 МГц.

Синхронизация измерительной станции с блоком ретранслятора организована по УКВ-каналу связи. Характеристики разработанной УКВ системы синхронизации: рабочая частота канала синхронизации – 144,5 МГц, выходная мощность передатчика – 20 дБм, чувствительность приемника – 0,5 мкВ, избирательность по побочным каналам приема – 70 дБ. Управление приемником и передатчиком осуществляется при помощи микроконтроллеров PIC12F1822.

Чувствительность измерительной станции составляет порядка – 85 дБм, учитывая энергетические характеристики ретранслятора (Широков, 2021), представляется возможным организовать измерения на трассе до 250 м.

Список использованной литературы:

Широков И. Б., Евдокимов П.А., Широкова Е.И. Способ контроля изменения состава воздушной среды: пат. 2747263, Рос. Федерация. Заявл. 11.11.2020; опубл. 04.05.2021, Бюл. №13. 12 с.

Широков И. Б. Разработка ретранслятора для устройства контроля изменения состава воздушной среды / И. Б. Широков, П. А. Евдокимов, Е. И. Широкова // Системы контроля окружающей среды. – 2021. – № 4(46). – С. 71–82.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ УЛАВЛИВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Ишутина Е.О., Кустикова М.А.

Национальный исследовательский Университет ИТМО г. Санкт-Петербург, Россия
katuha31-1997@mail.ru

Высокое содержание CO_2 в атмосфере и изменение климата вследствие деятельности человека является основными причинами развития низкоуглеродной экономики (Парижское соглашение по климату, 2015). На рисунке 1 изображена мировая статистика выбросов CO_2 , которая показывает постоянный рост.

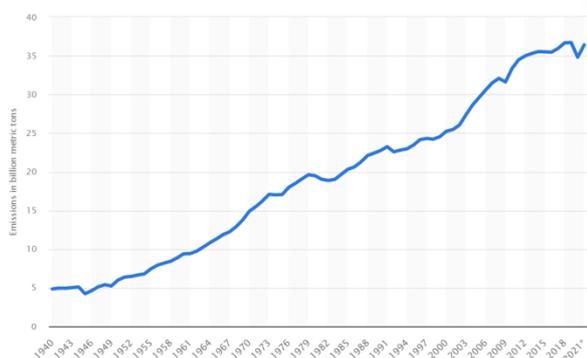


Рисунок 1 – Статистика выбросов углекислого газа

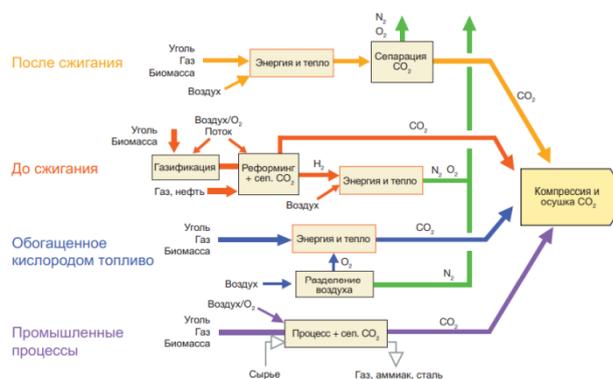


Рисунок 2 – Обзор процессов и систем улавливания CO_2

При сжигании ископаемого топлива на электростанциях, а также в различных промышленных процессах образуется газовая смесь из диоксида углерода, водяного пара и других газов. Для снижения количества выбросов CO_2 в атмосферу, предлагается использовать процесс абсорбции жидкими растворителями. Однако данный метод еще не достиг коммерческой стадии для полномасштабной электростанции мощностью 400–500 МВт.

Использование растворителей в качестве абсорберов для улавливания газа началось еще в 20 веке. Сейчас данный метод применяют для захвата доли диоксида углерода из газовой смеси до/или после сжигания первичного топлива на электростанциях, с целью уменьшить выбросы CO_2 в атмосферу.

Общий процесс улавливания можно разделить на три категории в зависимости от производственного процесса или типа рассматриваемой электростанции (МГЭИК, 2005):

1. Выделение CO_2 от дымовых газов после сжигания первичного топлива. Этот способ подразумевает использование жидкого растворителя для захвата малой доли диоксида углерода. В современных установках зачастую используют органический растворитель моноэтаноламин (МГЭИК, 2005).
2. Выделение CO_2 до сжигания топлива. Суть способа состоит в смешивании первичного топлива с потоком воздуха или кислорода, при котором образуется смесь, состоящая из окиси углерода и водорода. Далее смесь разделяется на CO_2 и H_2 . Выделенный водород также можно применять для выработки энергии или тепла (МГЭИК, 2005).
3. Улавливание CO_2 в системах сжигания с обогащением топлива кислородом перед сжиганием. Этот способ схож с вторым, разница в получении дымового газа при смешивании. Полученный дымовой газ состоит из водяного пара и CO_2 в высокой концентрации (объемом более 80 %). Этот способ находится на стадии исследования (МГЭИК, 2005).

Процессы улавливания диоксида углерода представлены на рисунке 2.

В данной работе будет рассмотрен принцип работы установки для улавливания диоксида углерода как один из способов снижения количества углекислого газа в атмосфере. В качестве растворителя, в изучаемой установке используется горячий карбонат калия. Также будет приведен сравнительный анализ растворителей на основе карбонат калия и аминов.

Список использованной литературы:

Парижское соглашение по климату. 2015. [Электронный ресурс]: URL: <https://tass.ru/obschestvo/3233294>

Специальный доклад МГЭИК. Улавливание и хранение двуокиси углерода, 2005.– 66 с.

СХЕМОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОНДУКТОМЕТРА

Клименко А.В.¹, Евдокимов П.А.^{1,2}

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
chirpyu@mail.ru, evdokimov@ieee.org

В лаборатории ГБИСТ ИПТС выполнена ОКР кондуктометра, предназначен для измерения удельной электрической проводимости и температуры водных растворов в лабораторных условиях, у которого для повышения точности измерения в каналах температуры и электрической проводимости применены образцовые меры (Клименко и др., 2009), что приводит к снижению влияния температуры на электронные компоненты схемы. Использование одной эталонной меры в обоих измерительных каналах приводит к повышению быстродействия устройства за счет измерения электрической проводимости и сопротивления датчика температуры в одном такте (5 Гц) (Клименко и др., 2021). В устройстве используется кондуктометрический датчик с платинированными электродами и датчик температуры Pt-1000. На основе известных зависимостей между УЭП и температурой, определяется соленость проб морской воды.

Предполагаемая погрешность измерения при этом в канале электрической проводимости составит 0,003 мСм/см, а в канале температуры 0,001°C. Проектирование печатной платы кондуктометра производилось в САПР Altium Designer. Фотография печатной платы кондуктометра представлена на рисунке.

Передача данных с кондуктометра на персональный компьютер осуществляется по последовательному интерфейсу UART по протоколу RS232.

Для графической визуализации полученных по COM-порту данных разработано приложение Windows Forms на C# в Visual Studio.

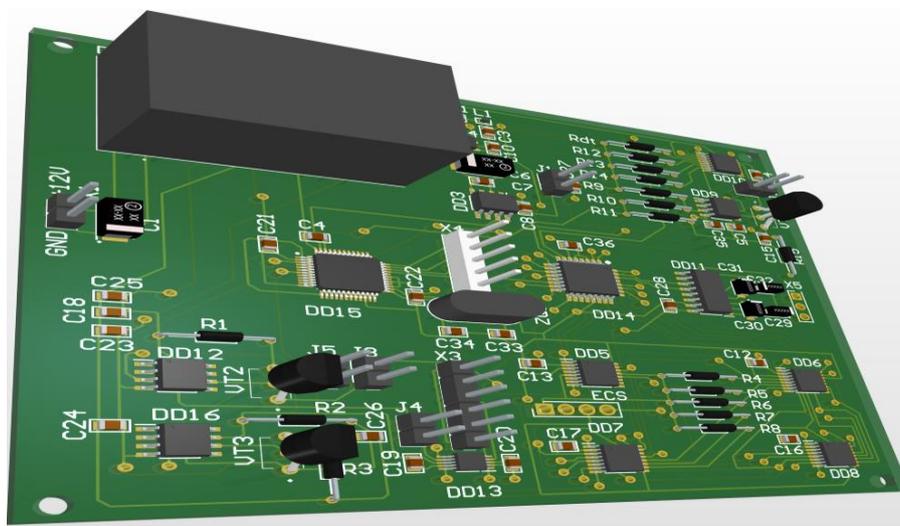


Рисунок 1 – Фотография печатной платы кондуктометра в Altium Designer

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 121122300070-9.

Список использованной литературы:

Клименко А.В., Кузьмин К.А., Дмитриев О.Ф. Автоматическая коррекция градуировочной характеристики измерителя электрической проводимости морской воды с контактным датчиком // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины, 2009. С. 135–139.

Клименко А.В., Казанцев С.В. Методы повышения точности и быстродействия измерительных каналов кондуктометра // Тезисы докладов МНПК «Системы контроля окружающей среды–2021», 09–12 ноября 2021 г., Севастополь. С. 23.

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Клименко А.Г., Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Онышко А.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
kag1958776@gmail.com

Известно достаточно много способов повышения эффективности двигателей внутреннего сгорания (ДВС), связанных с их форсировкой и воздействием на рабочий процесс (повышение наддува, охлаждение наддувочного воздуха, электронное регулирование топливоподачи и газораспределения, регулирование степени сжатия, применение на газовых двигателях специальных газопускных устройств и др.). Повышение эффективности ДВС связано с обеспечением полноты сгорания топлива, повышением КПД, а, следовательно, снижением доли выбросов в атмосферу отработавших газов относительно вырабатываемой мощности.

Повышение эффективности энергетических установок на базе ДВС достигается путем утилизации теплоты выхлопных газов, с которыми уносится до 30–35% энергии сгорания топлива. Использование этой теплоты (когенерация) получило достаточно широкое распространение и когенерационные ДВС в сфере малой энергетики локальных объектов производятся и широко используются как в нашей стране, так и в мире.

Так в 2018 году в странах Евросоюза около 20 % электроэнергии было получено методом когенерации (Развитие..., 2021). В Дании, Финляндии и Нидерландах показатель распространения когенерации на рынке составляет 58% от общего объема производства электроэнергии. Страны, где сегодня объем когенерации невелик, планируют его увеличение, например, в Германии, поставили цель удвоить производство электроэнергии ТЭЦ с 13% от общей в стране до 25% к 2022 году. Анализ законодательных актов в сфере энергетики в РФ свидетельствует о повышении роли когенерации и ее значимости на объектах малой энергетики (Клименко, 2022).

В качестве дальнейшего развития когенерации предлагается новое схемное решение использования тепла выхлопных газов ДВС – включение в систему газovýchлопа ДВС турбокомпрессорного утилизатора, включающего в себя турбокомпрессор с включенным между ними котлом-утилизатором КУ (рис. 1).

Расчеты показывают, что при одном и том же расходе топлива прирост мощности и, соответственно, КПД установки с турбокомпрессорным утилизатором, получается достаточно ощутимым – 2,81% без учета выработки тепловой энергии. Учитывая высокий КПД котла-утилизатора и незначительные затраты мощности на привод ДК (давление на выходе из ТП будет ниже атмосферного), ожидаемый относительный прирост эффективности составит дополнительно 10–15%.

Следовательно, можно констатировать снижение количества выпускных газов относительно значения прироста мощности и значительное повышение экологической эффективности.

Список использованной литературы

Развитие когенерации и модернизации систем теплоснабжения России: текущее состояние, проблемы и пути их преодоления. 2021. [Электронный ресурс] URL: <http://komitet2-13.km.duma.gov.ru/Novosti-Komiteta/item/25965489>.

Клименко А.Г. Правовые, экологические аспекты и особенности декарбонизации энергетики и транспорта в российской федерации / А. Г. Клименко, В. А. Очеретяный // Системы контроля окружающей среды. – 2022. – № 2(48). – С. 61–72.

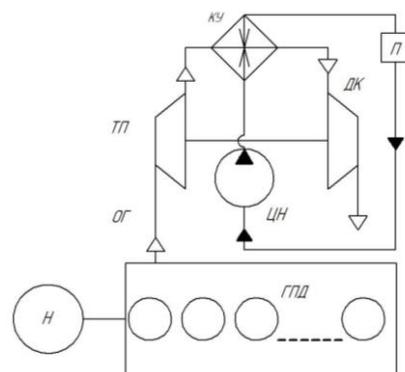


Рисунок 1 – Схема когенерационной установки ГПД с турбокомпрессорным утилизатором:

Н – нагрузка; ГПД – газопоршневой двигатель; ОГ – отработавшие газы; ТП – турбина перерасширения; КУ – котел-утилизатор; П – потребитель; ДК – дожимающий компрессор; ЦН – широквальный насос

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА
ЗОНДА-ПРОФИЛОГРАФА «ВИНЧИ»**

Кочетов О.Ю., Волков С.В., Островский А.Г.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия
ok@noiselab.ru

В Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН ведутся активные разработки и испытания новых автоматических привязных профилирующих океанологических зондов различных типов (Ostrovskii et al., 2022; Островский и др., 2020). Эти приборы рассчитаны на продолжительную автономную работу, в ходе которой они выполняют регулярное циклическое движение от дна до поверхности, производя измерения ряда параметров водной среды: температуру, соленость, количество растворенного кислорода, наличие хлорофилла и т.п. Один из таких приборов, зонд-профилограф «Винчи», предназначенный для работы на морском шельфе и в водоемах на суше оснащен средствами оперативной передачи данных измерений, что позволяет проводить исследования в режиме, близком к реальному времени. В настоящий момент он проходит заключительный этап испытаний, в ходе которых проводятся продолжительные постановки в подмосковном озере Глубокое (гидробиостанция ИПЭЭ РАН им. Северцова) и черноморском гидрофизическом полигоне на базе Южного отделения ИО РАН (Геленджик).

Ядром профилографа «Винчи» является унифицированная аппаратно-программная платформа, разработанная специально для автоматических зондов различных типов (Кочетов, 2018). Она включает в себя комплект электроники, содержащий ARM-микроконтроллер общего назначения, измерительные АЦП, драйверы двигателей постоянного тока, порты ввода-вывода, ключи управления питанием, накопитель данных microSD и пр. Предоставляемых комплектом электроники ресурсов достаточно для реализации зондов различного типа: от подводной лебедки («Винчи») и АРГО-подобных до глайдеров.

Чтобы упростить задачу разработки управляющего встроенного программного обеспечения, был создан специальный модульный фреймворк, в котором реализованы все необходимые для работы низкоуровневые функции: управление питанием и режим сна, управление двигателями, накопление данных, работа с портами ввода-вывода, внешними измерительными инструментами, работа со средствами беспроводной связи и т.п. Кроме этого, фреймворк предоставляет готовую архитектуру системы управления, что значительно сокращает время, необходимое для реализации встроенного ПО для новых приборов.

Для функций оперативной передачи данных зонда «Винчи» было разработано поисково-навигационное устройство, содержащее проблесковый маяк, модуль LTE/GNSS и датчик выхода на поверхность воды. В дальнейшем, оно получило развитие как автономный поисково-сигнальный модуль, который может быть использован для сигнализации о подъеме на поверхность донных станций и облегчения их поиска. Специальное серверное ПО позволяет получать доступ к переданным данным и управлять параметрами работы прибора через веб-интерфейс.

Программирование параметров миссии, настройка, обслуживание и диагностика зонда выполняются с помощью мультиплатформенного приложения, взаимодействующего с прибором посредством беспроводного соединения Bluetooth.

Работа выполнена по государственному заданию по теме № FMWE-2021-0010 при поддержке регионального гранта РФФИ и Министерства образования науки и молодежной политики Краснодарского края № 19-45-230012 p_a.

Список использованной литературы:

Ostrovskii A.G., et al. Automated tethered profiler for hydrophysical and bio-optical measurements in the Black Sea carbon observational site // Journal of Marine Science and Engineering. 2022. Vol. 10. P. 322. DOI: 10.3390/jmse10030322

Островский А.Г., Зацепин А.Г., Швоев Д.А., Волков С.В., Кочетов О.Ю., Ольшанский В.М. Автоматический подледный зонд // Океанология. 2020. Т. 60. № 6. С. 978–986. DOI: 10.31857/S0030157420060106

Кочетов О. Ю. и др. Унифицированная аппаратно-программная платформа системы управления автономных подводных профилирующих аппаратов // Подводные исследования и робототехника. – 2018. – №. 1. – С. 59–66.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПРЕСС АНАЛИЗА ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ОКЕАНСКОЙ СРЕДЫ

Краснодубец Л.А.^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Вертикальная стратификация океанской среды проявляется в результате образования на различных глубинах горизонтальных слоёв морской воды с одинаковой плотностью. Для анализа свойств вертикальной стратификации введены характеристики: полная вертикальная устойчивость E и частота Вайсяля – Брента N , которая соответствует термохалинным колебаниям с периодом T , вызванных вертикальным перемещением водных масс. Вычисление характеристик вертикальной стратификации можно выполнить по формулам

$$E = g(dp / dp), N^2 = gE, T = 2\pi / N, (1)$$

где ρ – плотность морской воды; P – статическое давление; g – гравитационная постоянная. Для вычислений по формулам (1) можно использовать массивы данных, характеризующих вертикальное распределение плотности морской воды по глубине (давлению), которые найдены в результате вторичной обработки экспериментальных данных профильных измерений CTD параметров океанской среды, полученных, например, при помощи профилографов типа SEACAT SBE 19 plus, применение которых потребует временных затрат на эксперимент не менее суток для построения только массивов данных измерений CTD параметров. Построение распределений плотности морской воды и соответствующих характеристик стратификации потребует дополнительного времени на обработку полученных в процессе эксперимента данных.

Значительного сокращения времени получения характеристик вертикальной стратификации можно достичь за счёт использования метода динамических измерений вертикального профиля плотности морской воды как функции статического давления, который основан на применении ныряющего буя-профилографа, оснащённого бортовой навигационной системой измерений траекторных параметров его вертикального движения (Краснодубец, 2022). Однако, этот метод требует измерения плотности морской воды на океанской поверхности в районе станции как начального значения для процедуры вычисления текущего значения плотности морской воды, что затрудняет его применение в случае необходимости автоматических измерений.

Целью исследования является разработка алгоритмического обеспечения для автоматического построения в реальном времени (в процессе движения буя-профилографа) распределений характеристик стратификации, обеспечивающих экспресс анализ вертикальной плотностной структуры океанской среды сразу после завершения эксперимента на конкретной станции.

Структура предлагаемого алгоритмического обеспечения построена на базе комплексного использования статического (Жемков, 2011) и динамического методов измерения плотности морской воды *in situ*. Измерение плотности морской воды в приповерхностном слое как начальной точки формируемого вертикального профиля предлагается выполнять статическим методом, обеспечивающим необходимые начальные условия для вычисления последующих элементов массива плотностей при помощи метода динамических измерений. Таким образом, объединяя алгоритмические обеспечения статического и динамического методов, можно построить комплексный алгоритм формирования массива измерений плотности морской воды, соответствующий измеряемому вертикальному профилю океанской среды. При этом вычисляемые элементы массива значений плотности морской воды, а также элементы массива значений статического давления, соответствующие текущей глубине, используются для вычисления по формулам (1) элементов распределений полной вертикальной устойчивости E и частоты Вайсяля-Брента N .

Список использованной литературы:

Краснодубец Л.А. Динамические измерения в задачах оперативной океанологии при исследовании свойств океанской толщи. СКОС. Науч. журнал. Севастополь, ИПТС. 2022. Вып. 1(47). С. 56–65.

Жемков Е.И. Метод и устройство гидростатического измерителя плотности морской воды // Мат-лы 12-й Междун. науч.-техн. конф. «Современные методы и средства океанологических исследований». Ч.1. М., 2011. С.95–97.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ ПЛОТНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ МОРСКОЙ ВОДЫ

Краснодубец Л.А.^{1,2}, Канов Л.Н.¹

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Построение вертикального профиля морской воды основано на использовании текущих данных бортовой системы автономного профилографа, таких как скорость $v(t)$ и ускорение $\dot{v}(t)$ погружения или всплытия. Эти данные передаются в специальную цифровую модель, по которой и оценивается плотность воды $\rho(z)$ (Краснодубец, 2022). Применение подвижных платформ для транспортировки подвижных датчиков накладывает ограничения на скорость перемещения зонда, которая должна выбираться с учетом допустимых динамических ошибок, вызываемых инерционными свойствами измерителей параметров окружающей среды, а также вертикальных составляющих ускорения и скорости.

Целью исследования является повышение точности динамических измерений плотности и температуры морской воды на основе прогнозирования текущих значений скорости и ускорения перемещения зонда по их значениям в предыдущие моменты времени.

Математическую модель скорости перемещения зонда представляет полином $P(t)$ от времени, значение которого в заданной точке $t = a$ равно значению скорости $v(t)$ в этой точке, и значения его производных равны значениям производных этой скорости. Прогнозирующее значение $v(t)$ определяется вблизи последней измеренной и вычисленной точки скорости $v(a)$ при малом $h = t - a$: $P(t) = v(a) + (t - a)dv/dt|_{t=a}$. Оценка производной производится с помощью интерполяционного полинома Лагранжа для четырех узлов (Мэтьюз, 2001). Таким образом, по значениям скорости перемещения зонда в четырех последних измеренных и рассчитанных точках получаем оценку производной скорости на следующем шаге.

Для примера рассмотрим движение зонда, описываемое уравнениями (Краснодубец, 2022).

$$\frac{dz}{dt} = v; \quad m \frac{dv}{dt} = gm - \rho(z)gV - A\rho(z)v^2.$$

Отсюда в соответствии с решением обратной задачи динамики получаем оценку плотности морской воды $\rho(z) = \frac{m \cdot (g - d^2z/dt^2)}{gV + A(dz/dt)^2}$. На рис.1 показаны результаты расчета при неточном и точном измерении скорости погружения $v(t)$, на рис.2. – соответствующие результаты расчета плотности при использовании прогнозирования скорости движения зонда. Рисунки показывают ощутимое улучшение точности определения плотности морской воды при погружении зонда.

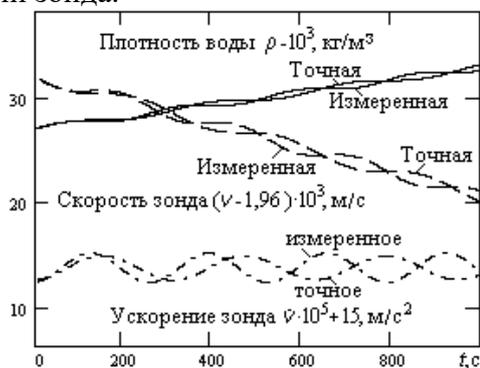


Рисунок 1

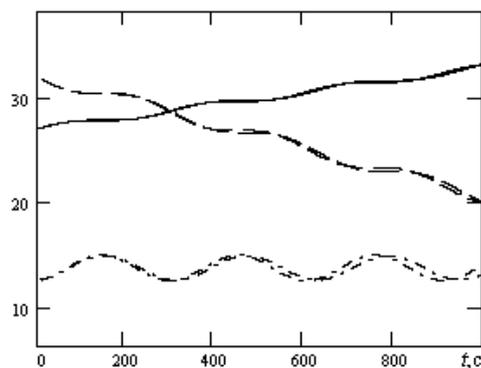


Рисунок 2

Список использованной литературы:

Краснодубец Л.А. Динамические измерения в задачах оперативной океанологии при исследовании свойств океанской толщи. СКОС. Науч. журнал. Севастополь, ИПТС. 2022. Вып. 1(47). С. 56–65.

Мэтьюз Д.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. М.: Издат. дом «Вильямс», 2001. – 720 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА С РАЗЛИЧНОЙ АМПЛИТУДОЙ И СПЕКТРОМ ЧАСТОТ

Кузьмин К.А., Мишууров В.Ж., Трусевич В.В., Пелюшенко С.С., Пасынков М.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

pelyushenko94@mail.ru

Слежение за поведением колоний мидий, встроенных в биологическую систему и работающих в автоматическом режиме, позволяет эффективно выполнять экологический мониторинг больших участков морского побережья (Grekov , 2019). Недостатками биологической системы оповещения, основанной на реакции двустворчатых моллюсков, являются ложные срабатывания, вызванные внешними мешающими факторами. В спектральный диапазон мешающих факторов могут входить шумы проходящих кораблей, забивка свай в морское дно, влияние прибой в прибрежной черноморской зоне, излучающего на частотах 10–800 Гц. Кроме этого, мидии реагируют на раскаты грома, при этом излучаются инфразвуковые всплески продолжительностью 3 с, имеющим пики на частотах 10–30 Гц и 100–300 Гц. Поэтому реакцию двустворчатых моллюсков на загрязнения, без исключения мешающих факторов, можно использовать только для ограниченных условий, в достаточно выровненных, спокойных, тихих прибрежных местах. С целью получения экспериментальных данных по двигательной реакции двустворчатых моллюсков, вызванных воздействием акустического сигнала с различной интенсивностью и скважностью в диапазоне частот 0–1000 Гц, была разработана и создана лабораторная установка, ее параметры задавались, исходя из реальных биотических и абиотических акустических полей естественного и антропогенного происхождения. Структурно-функциональная схема лабораторной установки представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из аквариума с морской водой, в котором расположена колония мидий, закреплённая на измерителе двигательной активности створок мидий и гидроакустического измерительного канала. В состав гидроакустического измерительного канала входит трёхосевой акселерометр MPU-9250, установленный на створке мидии и цифровой измерительный преобразователь STM32 Nucleo.

Источник звуковых сигналов включает в себя генератор JD6600, усилитель мощности и электроакустический преобразователь JBL Stadium 122SSI. Генератор управляется согласно выбранному режиму с помощью формирователя интервалов времени. Система жизнеобеспечения обеспечивает циркуляцию воды и обогащение её кислородом. Параметры движения створок мидий и реальных акустических сигналов, зафиксированных в аквариуме, синхронно поступают на рабочую станцию для обработки и анализа.

Список использованной литературы:

Grekov A.N., Kuzmin K.A., Mishurov V.Z. Automated early warning system for water environment based on behavioral reactions of bivalves //2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – IEEE, 2019. – С. 1–5.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДЫ РЕКИ ЧЁРНОЙ

Лей В.А., Никишин В.В., Хоменко Т.Ю.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
VALey@sevsu.ru, nikishin_v@mail.ru, tamara_homenko93@mail.ru

Основным источником водоснабжения г. Севастополя является река Чёрная. Современный сток реки берет своё начало из Чернореченского водохранилища, которое даёт до 80% потребляемой городом воды.

Обеспечение системного мониторинга за гидрохимическим режимом реки Чёрной представляется важным направлением для изучения и совершенствования. Оценка качества воды поверхностных водоёмов, предназначенных для городского водопотребления, производится соответствующими подразделениями водоснабжающих организаций. Требования к качеству питьевой воды определяются санитарно-гигиеническими нормами (СанПиН 1.2.3685-21).

Однако часто, с целью контроля среды обитания, следует определять качество воды за пределами стационарных постов контроля. Для повышения эффективности данного контроля следует, помимо отбора проб и последующего анализа в лаборатории, использовать и технические, модульные системы определения качества воды по соответствующему индикатору с привязкой к конкретным географическим координатам.

Нами были проведены исследования гидрохимического состояния реки Чёрной по участку течения от села Черноречье до города Инкерман. Был определен перечень точек отбора проб исходя из антропогенной нагрузки и режимов природопользования. А также, с целью оперативного «полевого контроля» качества поверхностных вод, апробирована модульная система оценки качества воды по индикатору, которым выступил растворенный кислород.

Растворенный кислород постоянно присутствует в поверхностных водах. Содержание растворенного кислорода характеризует кислородный режим водоёма и является важным индикатором для оценки экологического и санитарного состояния. Снижение содержания растворенного кислорода информирует о загрязнении водоёма и изменении концентрации окисляющих веществ. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 концентрация растворенного кислорода не должна быть менее 4,0 мг/л в любой период года.

Для контроля состояния качества воды реки Чёрной по индикатору растворенного кислорода нами была создана автономная модульная система регистрации измеряемого параметра, включающая: датчик растворенного кислорода ТМА-51 и модуль регистрации географических координат. Также предусмотрена возможность подключения к системе иных схожих датчиков. Принцип работы системы основан на применении микроконтроллера Atmega2560 и модуля преобразователя интерфейсов RS485-RS232 (Багаев и др., 2022). Низковольтное программное обеспечение позволяет отправлять команды для запуска измерений и получения ответа от датчиков. Система получает данные от GPS приёмника и сохраняет результаты измерений в текстовый файл на SD-карту.

По результатам полевых измерений с применением модульной системы по обозначенным пяти участкам течения реки Чёрная значение растворенного кислорода находится в диапазоне от 8,11 мг/л до 9,17 мг/л, что свидетельствует о хорошем кислородном режиме её вод на исследуемом участке.

Лабораторный анализ химического состава проб также не выявил превышения нормативных значений ПДК.

Список использованной литературы:

Багаев А.В., Никишин В.В., Рауэн Т.В., Вержевская Л. В., Щербаченко С.В. Локальные изменения физико-биологических параметров поверхностных вод Севастопольской бухты под влиянием ливневого стока // Морской гидрофизический журнал. – 2022. – Т. 38. – № 2(224). – С. 165–184. – DOI 10.22449/0233-7584-2022-2-165-184. – EDN DTNJVC.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЭНЕРГОУСТАНОВОК РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА БАЗЕ
ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Матвеевко В.Т., Дологлонян А.В., Клименко А.Г

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
mvt3900@mail.ru

Наряду с созданием и реконструкцией крупных базовых энергетических комплексов в настоящий момент приобретает направление в разработке и реализации объектов распределенной энергетики.

Если при базовой энергетике производство электрической и тепловой энергии осуществляется в основном раздельно, то на объектах распределенной энергетики энергию можно производить в комбинированном виде, так как генерирующие мощности расположены в непосредственной близости от потребителей.

Эффект экономии топлива в комбинированной (когенерационной) установке по сравнению с раздельным производством того же количества теплоты и электроэнергии достигается за счет замещения части топлива, сжигаемого в котле, энергией утилизируемой из отработавших газов двигателя газотурбогенератора.

Таким образом, пропорционально экономии топлива уменьшаются вредные выбросы, состоящие из окислов азота и окиси углерода, а также уменьшается количество продуктов сгорания топлива, основными компонентами которых являются двуокись углерода и пары воды.

Соответственно, продукты сгорания углеводородного топлива являются парниковыми газами, влияющими на изменение климата, увязанного как с географическим положением той или иной страны, так и Земли в целом.

При комбинированном (когенерационном) производстве энергии затраты топлива требуются только на газотурбинную установку (ГТУ), работающую по простому циклу, а тепловую мощность получаем за счет утилизации теплоты выхлопных газов ГТУ. В этом случае в ГТУ мощностью 16,4 МВт и, в целом, расход топлива составит те же 3181,6 кг/ч, суммарный выброс продуктов сгорания будет 15916 кг/ч, что на 35,8% меньше, чем при раздельном производстве (см. таблицу 1)

Таблица 1 – Технические и экологические характеристики энергоустановки, состоящей из ГТУ мощностью 16,4 МВт и котлов – 21 МВт

Состав энергоустановки	Расход топлива, кг/ч	Выбросы CO ₂ , кг/ч	Выбросы H ₂ O	Отношение ГТУ/ВК
ГТУ и водогрейный котел (ВК)	4933,0	13578,9	11099,9	1,000
ГТУ+ПТУ и ВК	4316,4	11881,2	9719,8	0,875
ГТУ+УК (утилизационный котел)	3181,6	8757,6	7158,6	0,645

В перспективе в ГТУ+УК вместо котла-утилизатора на выхлопе двигателя можно установить турбокомпрессорный утилизатор (ТКУ), который состоит из турбины перерасширения и дожимающего компрессора, а также охладителя между ними. Установка ГТУ+ТКУ является когенерационной, так как охладитель газа используется в качестве котла-утилизатора. Так, при электрической мощности 16,4 МВт энергоустановка вырабатывает теплоту мощностью 15,9 МВт, при этом затраты по топливу составят 2833 кг/ч вместо 3181,6 кг/ч в ГТД, работающего по простому циклу, а суммарные выбросы продуктов сгорания меньше на 37%.

В заключение можно сделать вывод, что когенерационные технологии (одновременное производство электрической и тепловой энергии в одной установке) является одним из результативных путей повышения эффективности использования топлива на стадии генерирования энергии. При этом уменьшаются выбросы продуктов сгорания, и, следовательно, парниковых газов.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗУЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЗ ВЕРОЯТНОСТНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

Моисеев Д.В., Шокин А.Г.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
dmitriymoiseev@mail.ru

В основе принципа вероятностного представления информации (1) лежит следующее выражение (Сапожников и др., 2012):

$$p_{ij} = \begin{cases} 1 & \forall a_i \geq R_j \\ 0 & \forall a_i < R_j \end{cases}, \quad (1)$$

где p_{ij} – j -е значение вероятностного отображения из множества:

$$P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, p_{i3}, \dots, p_{ij}, \dots, p_{ik}\}; \quad (2)$$

a_i – i -е преобразуемое значение; j – цикл вероятностного преобразования; R_j – произвольное значение из ряда:

$$R\{r_1, r_2, r_3, \dots, r_j, \dots, r_k\}. \quad (3)$$

Одним из недостатков данного вида представления информации является необходимость выполнения значительного количества статистических испытаний.

Для уменьшения времени восстановления исходного значения из вероятностно представленной величины предлагается использовать систему быстрого восстановления (4). А также выполнить проверку эффективности предложенного метода.

$$\begin{cases} \forall \max\{R_j \in (p_{ij} = 1)\} < \min\{R_j \in (p_{ij} = 0)\} \\ a_i = \max\{R_j \in (p_{ij} = 1)\} \end{cases}, \quad (4)$$

Принцип, заложенный в системе (4) легко представить в виде рисунка 1. На рис.1а представлен процесс выборки $\max\{R_j \in (p_{ij} = 1)\}$ (на графике $x1_j$) и $\min\{R_j \in (p_{ij} = 0)\}$ (на графике $x0_j$), на нем явно видно нарушение неравенства (4), так же представлены значения восстанавливаемого значения с использованием формулы (3) (на графике a_vost1) и без нее (на графике a_vost).

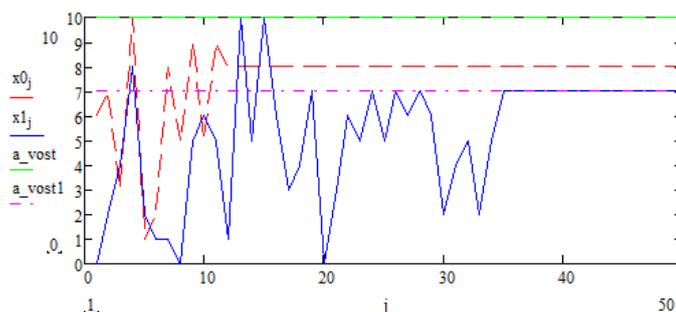


Рисунок 1 – Применение свойств вероятностно представленных данных

Статья подготовлена при частичной поддержке РФФИ, проект № 19-29-06023 «Методы структурного синтеза каналов информационного обмена между беспилотным транспортным средством и диспетчерским центром на основе стохастического векторного программирования с вероятностными критериями» и гранта Президента Российской Федерации МД-260.2022.1.6 «Методология вероятностного представления и преобразования информации для структурного синтеза высокопроизводительных, энергоэффективных вычислительных устройств, построенных на отечественной элементной базе».

Список использованной литературы:

Сапожников Н.Е., Моисеев Д.В., Шокин А.Г. Новые методы помехоустойчивого кодирования информации // Восточно-европейский журнал передовых технологий, Информационно-управляющие системы. – 2012. – 6/9 (60). – С. 26–30.

СИНДРОМНАЯ КОРРЕКЦИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕННОГО ДИСКРЕТНОГО СИГНАЛА

Моисеев Д.В., Шокин А.Г.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
dmitriymoiseev@mail.ru

Формула вероятностного преобразования [1] позволяет генерировать модулированный ПСП сигнал, обладающий высокими корректирующими способностями. Корректирующие способности, к которым стоит отнести формирование синдрома ошибки для вероятностного отображения p_{ij}^C , при помощи восстановленного значения p_{ij}^B описывает следующее выражение (Сапожников и др., 2012):

$$a_i^* = \{M[p_i(t)]\}^* = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K (p'_{ij} \oplus p_{ij}^C) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K (p'_{ij} \oplus (p'_{ij} \oplus p_{ij}^B)), \quad (1)$$

где p'_{ij} – искаженное значение принятого вероятностного отображения. Применяя формулу (1) можно перейти к рассмотрению информационного тракта, реализующего выше изложенные принципы.

Структурная схема информационного тракта показана на рисунке 1, где:

1, 6 – схемы вероятностного преобразования; 2 – ГПСЧ передатчика; 3 – канал связи; 4 – К - разрядный регистр сдвига; 5 – схема восстановления; 7 – ГПСЧ приемника; 8 – схема восстановления.

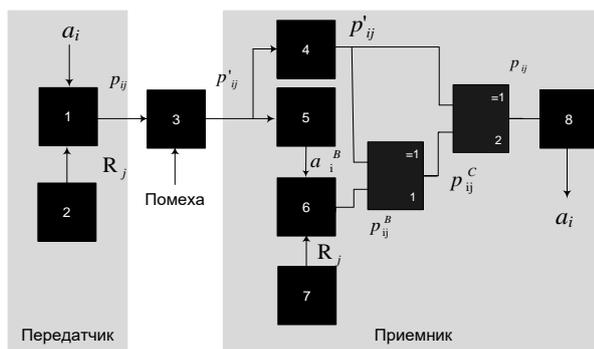


Рисунок 1 – Схема информационного тракта с вероятностным методом исправления ошибки

Основой предлагаемого решения является применение в передатчике и приемнике одинаковых аппаратно и согласованных по исходной кодовой комбинации генераторов ПСП (ГПСЧ). В передатчике первый ГПСЧ используется в блоке вероятностного преобразования передаваемого сигнала, в приемнике второй ГПСЧ выполняет функцию определения маски потенциальной множественной ошибки.

Предлагаемое решение позволяет получать сложный сигнал на базе псевдослучайных последовательностей, с применением компарации. Предложенный метод обладает высокой корректирующей способностью, обусловленной как способом получения модулированного сигнала согласно (1), так и общими свойствами шумоподобных сигналов.

Статья подготовлена при частичной поддержке РФФИ, проект № 19-29-06023 «Методы структурного синтеза каналов информационного обмена между беспилотным транспортным средством и диспетчерским центром на основе стохастического векторного программирования с вероятностными критериями» и гранта Президента Российской Федерации МД-260.2022.1.6 «Методология вероятностного представления и преобразования информации для структурного синтеза высокопроизводительных, энергоэффективных вычислительных устройств, построенных на отечественной элементной базе».

Список использованной литературы:

Сапожников Н.Е., Моисеев Д.В., Шокин А.Г. Новые методы помехоустойчивого кодирования информации // Восточно-европейский журнал передовых технологий, Информационно-управляющие системы. – 2012. – 6/9 (60). – С. 26–30.

МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВОДЫ

Никишин В.В.¹, Багаев А.В.²

¹ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФИЦ «Морской гидрофизический институт РАН», г. Севастополь

nikishin_v@mail.ru

Цель работы: разработка автономной модульной системы регистрации солёности и содержания растворенного кислорода в поверхностном слое воды с применением беспилотных надводных аппаратов (БНА).

Для оценки состояния прибрежных районов и внутренних водоёмов одними из важнейших параметров являются солёность и содержание растворенного кислорода. Разработанная автономная модульная система регистрации включает в себя промышленные датчики: кондуктометр ТМА-21 (Датчик..., 2022) и датчик растворённого кислорода ТМА-51 (Датчик..., 2022), модуль регистрации географических координат и систему сохранения результатов измерения. Синтез измеряемых параметров солёности и растворённого кислорода с географическими координатами качественно повышает оценку состояния объекта измерения, так как появляется возможность получить практически непрерывные измерения вдоль всего объекта.

Датчики ТМА-21 и ТМА-51 оснащены цифровым интерфейсом RS485 и предназначены для работы в промышленных информационно-измерительных системах. Нами была разработана плата управления датчиками на базе микроконтроллера Atmega2560 и модуля преобразователя интерфейсов RS485-RS232, низкоуровневое программное обеспечение обеспечивающее отправку команд для запуска измерений и получения ответа от датчиков, система получения координат от GPS приёмника и сохранение результатов измерений на SD-карту.

При использовании системы в «ручном» режиме датчики погружаются в воду человеком, либо погружаются с борта судна, тогда данные будут автоматически сохраняться по ходу движения.

В случае применения в составе БНА (Nikishin, 2020) показания датчиков по кабелю передаются в бортовую систему автопилота, который в свою очередь посредством беспроводного канала связи отправляет эти показания на берег оператору, в этом случае оператор может отслеживать показания параметров «online» и корректировать движение БНА.

Для проверки работоспособности устройства в него добавлен модуль Bluetooth и разработано приложение для мобильного телефона, визуализирующее измерения. Функциональная схема устройства показана на рисунке 1. Система прошла полевые испытания в Севастопольской бухте и в устье реки Черная.

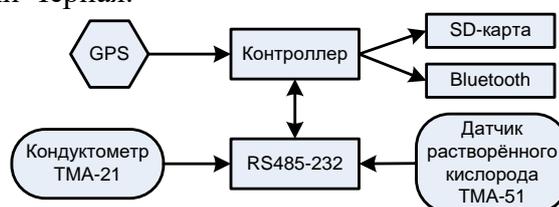


Рисунок 1 – Функциональная схема

Список использованной литературы:

Датчик проводимости ТМА-21 [Электронный ресурс]: URL: <https://datchiki.com/product/datchik-provodimosti-tma-21> (дата обращения 12.09.2022)

Датчик растворенного кислорода ТМА-51 [Электронный ресурс]: URL: <https://datchiki.com/product/datchik-rastvorennogo-kisloroda-v-vode-tma-51> (дата обращения 12.09.2022)

Nikishin V., Durmanov M., Skorik I.: Autonomous unmanned surface vehicle for water surface monitoring. TransNav, The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 14, No. 4, doi:10.12716/1001.14.04.09, pp. 853-858, 2020

ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ОФФШОРНЫХ ЗОНАХ

Олейников А.М.¹, Канов Л.Н.²

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

Ветро и волновые электростанции в оффшорных зонах интенсивно развиваются и представляют перспективные источники энергии мирового океана, преимуществом которых является неограниченный ресурс и экологичность (Олейников, 2022). При этом ответственным является вопрос надежной и эффективной передачи электроэнергии на берег. В настоящее время для этого используются системы весьма протяженных подводных кабелей. При этом актуальным является вопрос об оценке эффективности этой системы для минимизации потерь энергии.

Целью исследования является построение методики математического моделирования процесса передачи энергии по протяженным кабелям для оптимизации расчетов и снижения потерь энергии.

Кабели обычно характеризуются следующими удельными параметрами на единицу длины: продольные активное r_0 и индуктивное x_0 сопротивления, Ом/м; поперечные активная g_0 и емкостная b_0 проводимости, См/м. На рис.1 изображена упрощенная блок-схема оффшорной электростанции с несколькими синхронными волновыми и ветроэлектрическими генераторами, связанными с береговой нагрузкой переменного напряжения. Согласно теории линейных цепей с распределенными параметрами комплексное значение тока в кабеле длиной x представляется в виде $I_i = (A_{i1}e^{\gamma_i x} - A_{i2}e^{-\gamma_i x}) / Z_{Bi}$, где Z_{Bi} и γ – волновое сопротивление и коэффициент передачи кабеля (Бессонов, 2012), A_{i1}, A_{i2} – комплексные коэффициенты, $i = 1, 2, \dots, n$. Эти коэффициенты определяются решением системы уравнений для напряжений ветвей и токов в узлах цепи. В силу индивидуальных ветровых условий каждой установки напряжения генераторов смещены по фазе друг от друга, что учитывается дополнительным множителем $e^{j\theta_i(t)}$.

На рис.1 показаны результаты расчета с такими параметрами кабелей: $r_0 = 1,85$ Ом/км; $x_0 = 0,11$ Ом/км; $g_0 = 4,8 \cdot 10^{-7}$ См/км; $b_0 = 6 \cdot 10^{-5}$ См/км; ЭДС генераторов по 630 В; их внутреннее сопротивление $0,02 + j 0,5$ Ом. Длины кабелей приняты соответственно, км: 2,63; 3,31; 2,7; 2,8; 3,0. Сопротивление нагрузки $0,1 + j 0,5$ Ом. Функции $\theta_i(t)$ имитируются набором синусоид.

На рис.2 сплошной линией показаны результаты традиционного расчета напряжения нагрузки без учета удельных параметров кабелей, штриховой – при учете этих параметров. Рисунки показывают, что при традиционном методе расчета напряжение нагрузки получается существенно завышенным по сравнению с результатами по предлагаемой методике. Это позволяет достоверно оценивать эффективность проектируемой системы передачи энергии.

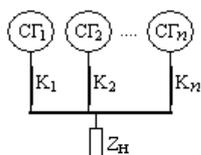


Рисунок 1

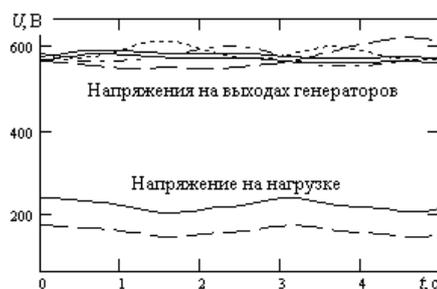


Рисунок 2

Список использованной литературы:

Олейников А.М., Канов Л.Н. Математическое моделирование комплексной ветроволновой электростанции с электролизом морской воды // Изв.ВУЗов. Электромеханика. 2022. Т.65. № 3. С. 78–86.

Бессонов Л.А. Электрические цепи. М.: Изд-во «Юрайт», 2012. – 701 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ИНДИКАТОРОВ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ

Позднякова В.В., Кустикова М.А.

Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Россия
Viktoriya.17@mail.ru

Беря во внимание один из наиболее перспективных регионов по добыче углеводородов - Арктический шельф, следует учитывать множество факторов, связанных с его экологической уязвимостью. В целях снижения нагрузки на Арктические экосистемы, а также оптимизации и увеличения экономической эффективности и устойчивости предприятий при производстве геологоразведки особо внимание стоит уделить дистанционным методам мониторинга морских залежей.

В результате изучения нефтегазовых месторождений преимущественно Охотского и Карского морей, было выяснено, что залежи характеризуются повышенными концентрациями углеводородов, ореолы которых видны на геохимических съемках (Шакиров, 2019). Основными индикаторными веществами являются метан, углекислый газ, сероводород, пропан и бутан. На поверхности воды углеводородные газы проявляются в виде пузырьков и газовые сипов, а на дне в виде гидратов упомянутых выше газов.

В настоящее время в России разработано несколько дистанционных диагностических методов для задач поискового и экологического мониторинга. К ним относятся: аэрокосмическое изучение, тепловизионная съемка, акустические методы, оптико-физические методы.

Учитывая удаленность объектов и экстремальные погодные условия, развитие лидарной аппаратуры относится к одному из приоритетных направлений. Сенсоры, основанные на дистанционном лазерном зондировании, позволяют проводить детальный анализ исследуемых объектов и компонентов окружающей среды по их спектральным характеристикам в условиях существенно ниже предельного уровня пространственного разрешения наблюдательных систем (Салюк, 2011).

К основным проблемам, влияющими на погрешность измерений при осуществлении разведочных работ на морских акваториях, можно отнести: большое пространственное разрешение, влияние атмосферы, сложность в интерпретации полученных результатов.

Основу лазерных спектрально-оптических комплексов для подводных исследований составляет спектрометр, который в зависимости от вида применяемого источника излучения может работать по одной из измерительных схем: абсорбционной, флуоресцентной или рамановской спектроскопии.

Среди систем дистанционного поиска, действующих на основе механизмов возбуждения молекул под действием лазерного излучения, наибольшей селективностью и эффективностью отличаются лидары комбинационного рассеяния, или рамановские лидары (Алешин, 1997).

Таким образом, наиболее оптимальным методом при дистанционном обнаружении морских залежей углеводородов является метод комбинационного рассеяния.

Список использованной литературы:

Шакиров Р.Б., Мишукова О.В. Пространственное распределение потоков метана на границе вода–атмосфера в Охотском море // Геосистемы переходных зон, 2019. Т. 3. № 1. С. 107–123.

Салюк П.А., Буланов В.А., Корсков И.В., Буланов А.В., Крикун В.А., Майор А.Ю., Бубновский А.Ю., Букин О.А., Ляхов Д.Г. Возможность дистанционного обнаружения повышенных концентраций метана в морской воде с использованием методов оптической спектроскопии на подводных телеуправляемых аппаратах // Подводные исследования и робототехника. 2011. № 2(12) – С.43–51.

Алешин И.В. Оптические методы в экологическом мониторинге природных вод / И.В.Алешин, Е.А.Цветков, В.А.Яковлев // Оптический журнал. 1997. Т.64. № 3. С.82–86.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ РАССМОТРЕНИИ СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Поляков А.А., Моисеев Д.В.

Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова,
г. Севастополь, Россия
dmitriymoiseev@mail.ru

Система поддержки принятия решения (СППР) является инструментом при выработке решения и применяется при планировании, моделировании функционирования организационных, организационно-технических систем различного назначения (далее ОТС РН). В качестве прототипа СППР предлагается использовать общий логико-вероятностный метод с возможностями учета условий и ограничений исследуемых систем, носящих вероятностный характер.

Актуальность рассматриваемого вопроса заключается в необходимости разработки универсальной СППР различного назначения и обуславливается протекающими процессами и происходящими событиями в современном мире.

Основная идея заключается в расширении возможностей применения общего логико-вероятностного метода (далее ОЛВМ) к структурно сложным, многомерным, условие и ограничения содержащим ОТС РН, путем наращивания инструментального аппарата ОЛВМ двумя новыми инструментами. Первый – это блок выполнения заданного критерия (БВЗК) и второй инструмент – это накопительный функциональный элемент (НФЭ) (Поляков, Моисеев, 2019).

Введение надстройки в виде инструмента как БВЗК в ОЛВМ позволяет учитывать условие и ограничения ОТС РН, представленными вероятностными показателями, строить логическую функцию работоспособности системы и вероятностную функцию не для всей структурно-сложной, многомерной схемы функциональной целостности, а только для структурно-зависимых декомпозированных блоков. При этом данный подход является полностью автоматизированным, также повышается наглядность графического восприятия структурно-зависимых блоков в схемы функциональной целостности. Применяя инструменты БВЗК и НФЭ, получаем возможность проводить декомпозицию структурно-сложной исследуемой ОТС РН с возможностью учитывать все особенности, связанные с условиями и ограничениями систем.

Выводы:

1. На основании теоретической части и практической проделанной работы была показана необходимость и возможность совершенствования общего логико-вероятностного метода.

2. Прилагается внедрить дополнительно два инструмента в общий логико-вероятностный метод, первый – блок выполнения заданного критерия, второй – накопительный функциональный элемент.

3. Анализ полученных результатов с вводом предлагаемых инструментов показал значительное увеличение области решаемых задач общим логико-вероятностным методом.

Статья подготовлена при частичной поддержке РФФИ, проект № 19-29-06023 «Методы структурного синтеза каналов информационного обмена между беспилотным транспортным средством и диспетчерским центром на основе стохастического векторного программирования с вероятностными критериями» и гранта Президента Российской Федерации МД-260.2022.1.6 «Методология вероятностного представления и преобразования информации для структурного синтеза высокопроизводительных, энергоэффективных вычислительных устройств, построенных на отечественной элементной базе».

Список использованной литературы:

Поляков А. А., Моисеев Д. В. Методика полной декомпозиции структуры технической системы. //Сборник научных трудов «Национальная ассоциация ученых» Екатеринбург: 620144, № 45, 2019 г. – С. 28 – 31.

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОЗРАЧНЫЕ ТЕРМОПЛАСТЫ

Руднев В.П.

Филиал ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Сочи, Россия
stc-sochi@mail.ru

Оценка работоспособности материала при воздействии факторов окружающей среды осуществляется путем проведения испытаний в натуральных и лабораторных условиях. Применение физических методов исследования позволяет понять механизм и кинетику процессов старения полимерных материалов и повысить достоверность прогнозирования их работоспособности в натуральных условиях. Одним из таких методов, используемых для прозрачных полимеров, является оптическая спектроскопия, которая дает возможность с одной стороны оценить изменение эксплуатационных параметров материалов, с другой установить закономерности и механизмы старения.

Эффективность применения оптической спектроскопии при исследовании влияния воздействующих факторов внешней среды на свойства прозрачных термопластов оценивалась на полиметилметакрилатных (ПММА) органических стеклах с добавкой фенолсалицилата и фторакрилатных (теплостойких) стеклах.

С помощью спектрофотометра SPECORD UV-VIS были получены спектральные зависимости в диапазоне длин волн 250 ÷ 780 нм экспонируемых в натуральных условиях органических стекол в исходном состоянии (рис. 1) и после старения. Данные зависимости позволили определить коэффициенты светопропускания для фиксированных длин волн, а также порог пропускания, его стабильность и выполнить количественную оценку оптической плотности термопластов, рассчитав коэффициент желтизны.

В качестве примера информативности данного метода на рис. 2 показана неоднородность старения органического стекла в натуральных условиях, выраженная в значительном различии хода кривых спектрального светопропускания из наружного (облучаемого) и нижнего слоев материала уже после 2 летней экспозиции на открытой атмосфере.

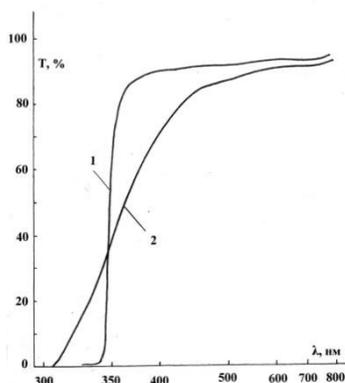


Рисунок 1 – Спектральные зависимости коэффициента светопропускания (Т) исходных образцов ПММА органического стекла СО-120 (1) и фторакрилатного стекла Э-2 (2)

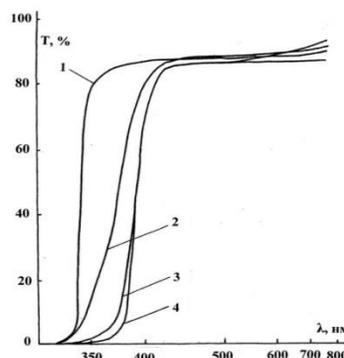


Рисунок 2 – Спектральная зависимость коэффициента светопропускания (Т) ориентированного стекла АО-120 исходного образца (1) и после последующего старения в течение 2 лет (2, 3) и 4 лет (4): 1, 3, 4 – образцы из верхнего слоя; 2 – образцы из нижнего слоя

Как показали исследования, изменения оптических свойств (увеличение коэффициента желтизны, смещение порога пропускания и смещение границы пропускания в длинноволновую область) зависят не только от продолжительности экспонирования, но и от марки и модификации образцов и могут использоваться для понимания физико-химических процессов старения материалов данного класса.

**РАЗРАБОТКА И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ
ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ БЛОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ
ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ**

Рязанов В.А., Лекарев Г.А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
rjaz-17@yandex.ru

Широкое использование компьютерной техники для решения научных и инженерных гидрофизических задач привело к развитию множества специализированных программ для ПЭВМ, способных эффективно решать поставленные цели. В настоящее время для конструирования и моделирования подводных аппаратов широко используется первую очередь, такие программы как Inventor и Comsol Multiphysics.

Сложность моделирования, согласно технического задания на беспилотный подводный аппарат (БПА), заключается в том, что одновременно необходимо было выполнить несколько противоречивых требований: а именно: после установки блока измерительных каналов в прибор, влияние сил касательного (тангенциального) трения, направленных вдоль поверхности тела, и сил давления, направленных по нормали к поверхности прибора не должны оказывать существенного влияния на лобовое сопротивление всего прибора в целом. Отсек с датчиками после установки не должен увеличивать миделево сечение прибора, вращательная компонента получаемая от прохождения потока жидкости через блок датчиков должна быть сбалансирована, выполнена хорошая протеканность датчиков без застойных областей, технологически обеспечена минимальная теплопроводность между защитным корпусом датчика температуры и корпусом прибора, для уменьшения продольной составляющей скорости потока относительно расположения датчика скорости звука его ориентация должна быть близка к 90 град. Вход датчика давления должен иметь компенсацию от набегающего потока или предусмотреть электронную коррекцию с привязкой к скорости течения. Все датчики должны выдерживать силовую нагрузку от набегающего потока, иметь минимальные размеры, защищены от загрязнения и обрастания, обладать хорошей коррозионной стойкостью в морской воде и выдерживать внешнее гидростатическое давление 10 Мпа.

В результате моделирования была разработана конструкция отсека измерительных каналов водной среды БПА (рис. 1).



Рисунок 1 – Конструкция отсека измерительных каналов

В этой конструкции удовлетворены практически все требования, сформулированные выше в техническом задании на подводный аппарат.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ТЕПЛОБАЛАНСОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ВОДОСБОРАХ РЕК КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Сапожникова А.А.^{1,2}, Ракчеева Е.А.^{1,2}, Землянов И.В.¹

¹ФГБУ Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова, г. Москва, Россия

²ФГБУН Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия

asapozhnikova@mail.ru

Проблема изменения климата и необходимость решения ряда прикладных задач метеорологии обуславливают необходимость дополнения стандартного комплекса наблюдений на метеорологических площадках определениями вертикальных градиентов основных метеорологических элементов в приземном слое атмосферы и составляющих теплового баланса деятельной поверхности.

В рамках работ по теме № 0126-2021-0001 гос. задания «Разработка методической базы и цифровых технологий поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма» с 2021 года выполняются теплобалансовые наблюдения на экспериментальных водосборах рек Крымского полуострова.

Для решения поставленных задач в пределах выбранных экспериментальных полигонов организованы наблюдательные площадки для проведения специализированных исследований. Площадки оборудованы комплексом приборов для проведения продолжительных и непрерывных метеорологических и актинометрических наблюдений, а также периодических наблюдений за испарением с водной поверхности.

По результатам проведенных исследований будут выполнены расчеты составляющих теплового баланса деятельной поверхности, в том числе, величины затрат тепла на испарение, и проведена оценка величины испарения с поверхности водохранилищ.

В работе приводится описание методики проведения градиентных и теплобалансовых наблюдений с использованием автоматизированного измерительного комплекса на примере площадки экспериментального полигона в районе Белогорского водохранилища (бассейн р. Биюк-Карасу).

Для проведения продолжительных и непрерывных метеорологических и актинометрических наблюдений на организованной площадке Белогорского полигона был установлен АМК, включающий беспроводные метеостанции Davis, установленные на уровнях 0,5 и 2,0 м, беспроводную станцию измерения температуры и влажности почвы и балансомер.

По результатам произведенных АМК измерений проводится анализ основных метеорологических параметров и радиационного баланса, необходимых для расчета составляющих теплового баланса деятельной поверхности. Собранные и проанализированные данные наблюдений позволят выявить региональные особенности элементов микроклимата в пределах экспериментальных полигонов репрезентативных речных бассейнов за исследуемый период.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ СПОСОБ СУШКИ И ОБМОЛОТА С/Х КУЛЬТУР

Сафонов В.А.^{1,2,3}, Дологлонян А.В.¹, Жилыев С.А.³, Клименко А.Г.¹

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

³Севастопольское отделение государственного океанографического института,
г. Севастополь, Россия
hydrogen18@mail.ru

В природе отделение семян от стеблей и их сушка происходит под действием энергии ветра. В сельском хозяйстве сушка происходит в сушильных агрегатах, за счет подачи воздуха или энергии сжигаемого топлива с воздухом.

Недостатком применяемых в настоящее время способов сушки является значительный расход энергии на сушку, которая включает технологические процессы погрузки, выгрузки, перемещение продукции к молотильному устройству, загрузка для обмолота. В сельскохозяйственном производстве обмолот осуществляется в молотильных устройствах посредством ударов по стеблям растений и семенам, в результате чего часть семян травмируется. Кроме того, для выполнения указанных отдельных операций необходимо строить инфраструктуру, которая включает котельные, генераторы, повышающие и понижающие подстанции, линии передачи эл. энергии. Все вместе взятое приводит к ухудшению экологии и избыточным затратам энергии и средств.

Предлагается способ интенсификации процесса сушки с применением аэродинамическом способе обмолота. Этот способ позволяет уменьшить травмирование зерна, что важно для повышения всхожести, обмолачивать трудно обмолачиваемые культуры, такие как рис, кукуруза и др. (Рвачев, Сафонов).

Ниже показана возможность осуществлять операции обмолота и сушки в одном устройстве, как показано на рис. 1, Устройство содержит приемники 1 и 2 для зерна, вихревую трубу 3 с сопловым вводом 4, диафрагму 5, электродвигатель 6, задвижку 7, окно 8, воздухоборник 9, вентиляторные лопасти 10 и перфорации 11. Вихревая труба 3 соединена сопловым вводом с источником сжатого воздуха. Диафрагма 5 выполнена с перфорациями 11 для отвода зерна в дополнительный зерноприемник 2, который снабжен регулировочной задвижкой 12. В устройстве может быть несколько подводящих воздух тангенциальных сопел.

Способ обмолота включает следующие операции: подача обмолачиваемой культуры в молотильное устройство, вращение обмолачиваемой культуры газовым потоком, отвод зерна и легких фракций обмолота, совместно с вращением обмолачиваемой культуры газовым потоком. Кроме вращения обмолачиваемой культуры газовым потоком дополнительно может быть вращение механическим

Указанные конструктивные особенности предложенного способа обеспечивают значительное снижение энергозатрат и повышение эффективности сушки и, в целом, обмолота, за счет исключения указанной выше логистики между сушкой и обмолотом.

Предварительные расчеты показывают, что для сушки и обмолота возможно использовать вихревые трубы большого диаметра, порядка 18 м сокращая период сушки из-за кратковременности загрузки и обмолота, т.е. разгрузки.

Список использованной литературы:

Рвачев А.Л., Сафонов В.А. Авторское свидетельство СССР SU 1197168 А1.

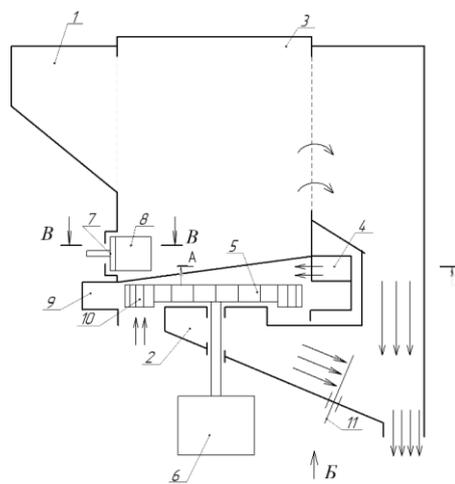


Рисунок 1 – Схема устройства для сушки и обмолота зерна:

1, 2 - зерноприемники; 3 - вихревая труба с сопловым вводом; 4 - диафрагма; 5 - электродвигатель; 6 - задвижка; 7 - окно; 8 - воздухоборник; 9, 10 - вентиляторные лопасти; 11 - и перфорации; 12 - регулировочная задвижка

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЭС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО РАЗРЕЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ КОНДЕНСАТОРА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Сафонов В.А.^{1,2,3}, Жиляев С.А.³, Клименко А.Г.¹, Онышко А.А.¹

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

³Севастопольское отделение государственного океанографического института,

г. Севастополь, Россия

hydrogen18@mail.ru

Исследования посвящены эффективному использованию солнечноветровой электростанции (СВЭС).

С целью упрощения конструкции и повышения эффективности солнечно-ветровой электростанции предлагается конструкция гелиоколлектора в виде трубы 1 (рис. 1), одновременно являющейся теплоприемником, установленной на склоне горы от подножия до вершины. Кроме того, в схеме предложено установить конденсатор 7, охлаждаемый наружным холодным воздухом и, при необходимости, водой из трубопровода сброса 11, дополнительную емкость для сбора осадков 13, сообщающуюся со сливным трубопроводом, а на ветротурбине 3 смонтировать топливные форсунки 5 с целью обеспечения ее работы при отсутствии ветра, а также установить на сливном трубопроводе эжектор 16 для увеличения вакуума в конденсаторе 7. Температура воздуха перед турбиной составляет 440 К, за турбиной порядка 380–400 К. Температура наружного воздуха составляет в среднем 288 К. Поэтому за счет значительного перепада температур резко упадет давление в конденсаторе. Согласно уравнению состояния давление падает пропорционально температуре.

За счет уменьшения площади, используемой под СВЭС, отпадает необходимость ориентации турбины по ветру. Кроме того, охлаждение воздуха в конденсаторе 7 после турбины 3 наружным холодным воздухом обеспечивает понижение давления за турбиной, конденсацию влаги и, как следствие, дополнительное падение давления за турбиной, что приводит к повышению ее мощности. Использование емкости для сбора осадков 13 позволяет дополнительно увеличить вакуум в конденсаторе и, соответственно, мощность турбины. Установка нагнетателя 6 перед гелиоколлектором 1, позволяет повысить ее КПД и мощность СВЭС.

Таким образом, понижение давления (создание вакуума), а, следовательно, повышение эффективности СВЭС происходит в конденсаторе по следующим основаниям: из-за понижения температуры воздуха в нем; конденсации паров влаги, увеличения объема пространства рабочих газов за счет разрежения при подаче воды в трубопровод сброса 12, охлаждения водой рабочих газов в газопроводе рабочих газов 15, установки эжектора 16.

Список использованной литературы:

Энергетическая башня. URL: // [https://ru.wikipedia.org/wiki/Энергетическая башня](https://ru.wikipedia.org/wiki/Энергетическая_башня).

Патент РФ RU 2 444 645 «Горная воздушно-тяговая электростанция».

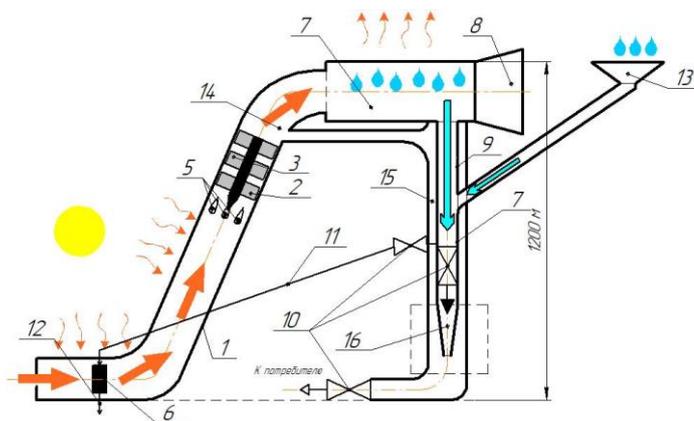


Рисунок 1 – Схема СВЭС:

1-Гелиоколлектор, 2- входной направляющий аппарат, 3-турбина, 4-генератор, 5-топливные форсунки, 6-нагнетатель воздуха; 7-конденсатор; 8-диффузор; 9-сливной трубопровод; 10-запорно-регулирующий кран; 11-трубопровод охлаждения нагнетателя; 12- трубопровод сброса; 13- емкость для сбора осадков; 14 пространство, занимаемое рабочими газами; 15 – газопровод рабочих газов; 16 - эжектор

ЭНЕРГИЯ ИЗ МОРСКОЙ СРЕДЫ

Сафонов В.А.^{1,2,3}, Дьяков Н.Н.¹, Жилиев С.А.¹, Белогузов А.А.¹

¹Севастопольское отделение ГОИН, г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

³ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
hydrogen18@mail.ru

Существующие ветроэлектрические установки (ВЭУ) занимают значительные объемы пространства и площади земли (Сафонов и др., 2021) и работают (часто 25%) при наличии ветра.

Представляет интерес рассмотрение варианта забора воздуха повышенного давления с морских глубин, исключающий эти недостатки и обеспечивающий энергией без ветра, представленного на рисунке ниже.

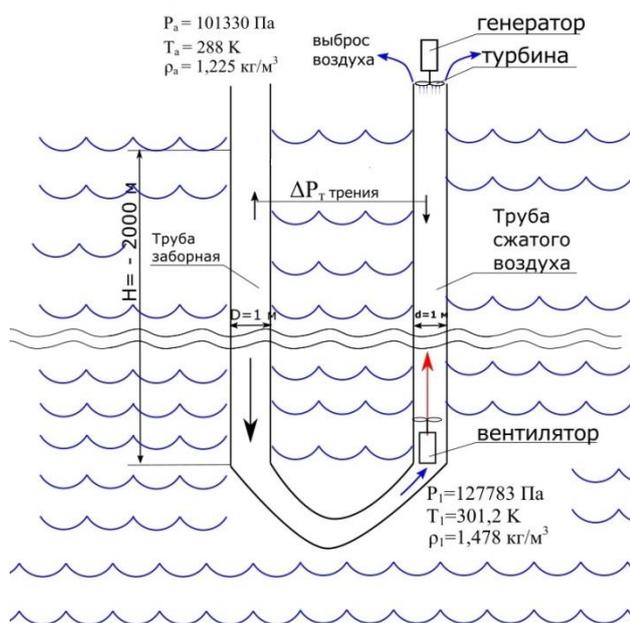


Рисунок 1 – Способ работы морской ветроустановки

веса столбов воздуха (101 кВт) составит 1445 кВт. Электрическая мощность ВЭУ при КПД генератора 95% составит 1373 кВт при расходе 10,99 кг/с, что близко к удвоенной мощности ВЭУ Т 600-48 мощностью 600кВт с диаметром ротора 48 м /с.

1. Время непрерывной работы в 3–4 раза больше, чем на поверхности земли, а выработку энергии - в 6–8 раз по сравнению с ВЭУ Т 600-48

2. При установке ВЭУ на морской акватории глубиной 2000 м при коэффициенте использования ветра $C = 0.45$ электрическая мощность составит 1373 кВт, что в двое больше мощности ВЭУ Т-600-48 с уменьшением диаметра ротора в 50 раз.

3. Устройство позволяет освободить значительные объемы воздушного пространства, поверхности земли и акваторий при установке на них ВЭУ.

Список использованной литературы:

Сафонов В.А., Дьяков Н.Н., Лапа М.В., Жилиев С.А. Расчет энерговыработки солнечно-ветровых установок и получения воды на прибрежных территориях. Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2021». Севастополь, 2021. С. 553–559.

Для расчета взяты параметры атмосферы на глубине – 2000 м. Воздух с поверхности по подающей трубе поступает на глубину 2000 м под собственным весом в соответствии с распределением атмосферы по высоте. Этот перепад давления срабатывает на турбине, установленной над поверхностью моря.

Ниже приведен расчет, когда диаметр подающей трубы равен диаметру трубы сжатого воздуха - 1 м. В этом случае можно, приближенно считать, что сопротивление 2-х труб составит $P_{\text{сум}}^M = 4026$ Па. На компенсацию его необходимо затратить мощность $N = Q * P_{\text{сум}}^M = 8,97 * 4026 = 32,4$ кВт. При КПД вентилятора 80% его мощность составит 40,5 кВт.

Перепад давления воздуха по высоте - $P = P_1 - P_3 = P^{-2000} - P^0 = 127763 \text{ Па} - 101 \text{ 325 Па} = 26453$ (Па). Скорость составит - 182 м/с.

Выводы При $C=0,45$ возможная мощность турбины составит 1546 кВт, а полезная за вычетом мощности на вентиляцию (40,5 кВт) и мощности на компенсацию разности

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СТРАТЕГИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ ИНТЕРФЕЙСОВ РОЯ БТС В УСЛОВИЯХ СЕТЕЙ 5G

Скатков А.В., Брюховецкий А.А., Моисеев Д.В., Сухарев Н.В.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия,
dmitriymoiseev@mail.ru

Технология 5G становится перспективной в мобильных сетях беспроводной связи, в которых наблюдается значительный рост требований к обеспечению качества и безопасности, включая высокую скорость передачи данных, сверхнадежный гигантский обмен информацией машинного типа, усиленную широкополосную связь, низкую задержку, высокую энергоэффективность, оптимальное распределение спектра, надежность покрытия и т.д. Интеллектуальные средства мобильных сетей рассматриваются в качестве основной системы для развертывания приложений. Эти сети используют различные типы данных, собираемые и / или передаваемые с помощью специальных приложений от одних средств к другим для предоставления множества услуг. Одной из ключевых задач остается обеспечение безопасности интерфейсов при взаимодействии устройств, подключенных по гетерогенным технологиям к интеллектуальным сетям, которые взаимодействует с окружающей средой и объектами посредством систем: vehicle-to-vehicle – V2V, vehicle-to-infrastructure – V2I (Ji; Скатков, 2020).

Предлагается подход, базирующийся на распределенной обработке при тестировании состояний интерфейсов природно-технических объектов интеллектуальной информационно-измерительной сети в условиях 5G. Первичные датчики измерений параметров окружающей среды в процессе эксплуатации выходят из строя из-за воздействия агрессивной среды и преднамеренных действий. В результате встречаются систематические ошибки измерений контролируемых величин вследствие появления уязвимостей. Представленный подход в отличие от известных позволяет обнаруживать уязвимости интерфейсов устройств при совместном тестировании их свойств. Подход развивает методы динамического обнаружения аномалий в информационных потоках данных в интеллектуальных информационно-измерительных сетях.

Задача сводится к построению минимального покрытия двудольного графа. Ее решение в реальном времени, требующее полного перебора, для большинства практических задач неприемлемо из-за большой размерности решаемой задачи NP-сложности, ограниченного времени и недостаточности ресурсов. Поэтому предлагается снижать вычислительную сложность решения задачи за счет перераспределения процессов обработки данных. На первом этапе алгоритма формируются множества минимальных (по числу элементов подмножеств) покрытий C_i графа. На втором этапе среди минимальных подмножеств выбирается подмножество с учетом оценок весов $w(i, j)$, полученных по заданным свойствам свойствам V_{ji} устройства: скорость передачи данных, качество связи, задержка при передаче и другие. Затем формируется расчетная статистика характеристик V_{ji} для каждого устройства, сравнение с критическими значениями KR_{it} , оценка рангов $R^w_{C_i, v}$ элементов множеств C_i , формирование структуры для оценки уровня доверия D_{C_i} . Значение уровня доверия D_{C_i} каждого подмножества C^k_i оценивается интегрально по заданным свойствам V_j с использованием шкалы, содержащей три интервала $[0; Z1; Z2; 1]$: $0 \leq D_{C_i} < Z1$ – низкий, $Z1 \leq D_{C_i} < Z2$ – средний, $Z2 \leq D_{C_i} < 1$ – высокий. Узлы множества C_i , для которых $D_{C_i} = \max$, будут включены в коллаборацию C^k_i , а $X_i \in C^k_i$ будут назначены в качестве координаторов КС виртуальных групп в следующем временном такте обработки. Наконец, на завершающем этапе происходит интеграция оценок для окончательного принятия решения о подозрительном поведении узлов.

Список использованной литературы:

Ji J. Service Security Issues in the 5G Core Network and How to Detect Them. <https://nsfocusglobal.com/new-architecture-new-challenges-service-security-issues-in-the-5g-core-network-and-how-to-detect-them/>

Скатков А.В. Адаптивное обнаружение уязвимостей интерфейсов беспилотных транспортных средств. Скатков А.В., Брюховецкий А.А., Доронина Ю.В. и др. // Издательство «Ариал» (Симферополь), 2020. – 352 с.

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ ТОПОЛОГИИ СЕТИ ПЕРВИЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ

Скатков А.В., Доронина Ю.В., Моисеев Д.В.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
dmitriymoiseev@mail.ru

К системам контроля окружающей среды (СКОС) как важнейшему средству анализа состояния среды для обеспечения безопасности жизнедеятельности человека, функционирования производств с критической инфраструктурой в настоящее время предъявляются требования по эффективности и гибкости. Под эффективностью СКОС в общем случае понимается реализация системных задач при заданных ограничениях на ресурсы, а гибкость реализуется за счет потенциальной компонентной непротиворечивости на основе запланированной избыточности и управления топологической конфигурационной динамикой СКОС. Если эффективность может быть определена на основе известных методов оптимизации, то формирование топологии сети первичных измерителей (ПИ) для различных задач – задача нетривиальная.

В исследовании формулируется метод конфигурирования сети ПИ при заданных начальных условиях задачи оценивания состояния среды на основе полимодельного представления каскадно-иерархической архитектуры: в каскаде – модели оптимизации формируемых топологий по структурному принципу, в иерархии – модели функционала полученной сети ПИ по параметрам СКОС в целом. Этот принцип позволит сформировать типизированный полимодельный комплекс в рамках библиотеки топологий как основу сценарного подхода для обеспечения эффективного функционирования сети ПИ при решении прикладных задач.

Работа подготовлена при частичной поддержке РФФИ, проект № 19-29-06023 «Методы структурного синтеза каналов информационного обмена между беспилотным транспортным средством и диспетчерским центром на основе стохастического векторного программирования с вероятностными критериями», проект № 19-29-06015 «Адаптивные нейросетевые методы обнаружения уязвимостей интерфейсов беспилотных транспортных средств на основе искусственных иммунных систем» и грант Президента Российской Федерации МД-260.2022.1.6 «Методология вероятностного представления и преобразования информации для структурного синтеза высокопроизводительных, энергоэффективных вычислительных устройств, построенных на отечественной элементной базе».

Список использованной литературы:

Скатков, А.В. О свойстве идемпотентности систем контроля окружающей среды / А.В. Скатков, Ю.В. Доронина, Д.В. Моисеев // Системы контроля окружающей среды. – 2022. – № 2(48). – С. 92–100. – DOI 10.33075/2220-5861-2022-2-92-100.

Структурный синтез каналов информационных обменов для беспилотных транспортных средств / А.В. Скатков, Д.В. Моисеев, А.А. Брюховецкий [и др.]. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – 320 с. – ISBN 978-5-907310-88-9.

Адаптивное обнаружение уязвимостей интерфейсов беспилотных транспортных средств / А.В. Скатков, А.А. Брюховецкий, Ю.В. Доронина [и др.]. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – 352 с. – ISBN 978-5-907310-87-2.

Moiseev D.V. Intelligent decision - making support on the level of encryption of information transmitted in the UMV information exchange channels D.V. Moiseev, A A Bryukhovetskiy and A.V. Skatkov / D.V. Moiseev, A.A. Bryukhovetskiy, A.V. Skatkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12086. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012086.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ПРИ
СТОХАСТИЧЕСКИХ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
МОДЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ**

Скатков А.В., Доронина Ю.В., Моисеев Д.В.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
dmitriymoiseev@mail.ru

В условиях интенсификации производств с критической инфраструктурой системы контроля окружающей среды (СКОС) представляют собой важнейшее средство анализа состояния как среды-надсистемы, так и самих производственных объектов.

Развитие сложных систем первичных измерителей (ПИ) с распределенным или удаленным управлением осуществляется в том числе в направлении совершенствования каналов информационного обмена. Для выбора управляющих решений по анализу состояния связи: ПИ и канал информационного обмена, предложено применять модель искусственных иммунных систем (ИИС) со стохастическими начальными условиями дифференциальных моделей. Модель состояния ПИ и канала в СКОС на основе ИИС позволит получать решения о наличии или отсутствии потенциала их защиты и управлять балансом между интенсивностью вирусной нагрузки на канал и способностью к защите СКОС. Рассматривается атипичная неопределенность решений по результатам моделирования состояния ПИ в целом на примере обеспечения качественного информационного обмена между ПИ и обработчиком данных в СКОС. Полученные в исследовании результаты позволили сформировать ряд структурных решений по системе поддержки принятия решений с целью управления состоянием ПИ в частности, и СКОС в целом.

Работа подготовлена при частичной поддержке РФФИ, проект № 19-29-06023 «Методы структурного синтеза каналов информационного обмена между беспилотным транспортным средством и диспетчерским центром на основе стохастического векторного программирования с вероятностными критериями», проект № 19-29-06015 «Адаптивные нейросетевые методы обнаружения уязвимостей интерфейсов беспилотных транспортных средств на основе искусственных иммунных систем» и грант Президента Российской Федерации МД-260.2022.1.6 «Методология вероятностного представления и преобразования информации для структурного синтеза высокопроизводительных, энергоэффективных вычислительных устройств, построенных на отечественной элементной базе».

Список использованной литературы:

Скатков, А.В. О свойстве идемпотентности систем контроля окружающей среды / А.В. Скатков, Ю.В. Доронина, Д.В. Моисеев // Системы контроля окружающей среды. – 2022. – № 2(48). – С. 92–100. – DOI 10.33075/2220-5861-2022-2-92-100.

Структурный синтез каналов информационных обменов для беспилотных транспортных средств / А.В. Скатков, Д.В. Моисеев, А.А. Брюховецкий [и др.]. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – 320 с. – ISBN 978-5-907310-88-9.

Адаптивное обнаружение уязвимостей интерфейсов беспилотных транспортных средств / А.В. Скатков, А.А. Брюховецкий, Ю.В. Доронина [и др.]. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2020. – 352 с. – ISBN 978-5-907310-87-2.

Moiseev D.V. Intelligent decision - making support on the level of encryption of information transmitted in the UMV information exchange channels D.V. Moiseev, A.A. Bryukhovetskiy and A.V. Skatkov / D.V. Moiseev, A.A. Bryukhovetskiy, A.V. Skatkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12086. – DOI 10.1088/1757-899X/734/1/012086.

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ВИБРАЦИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Стеблянко Д.В.¹, Греков Н.А.²

¹ФГБВОУ ВО «Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище имени П.С.Нахимова», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
ngrekov1@yandex.ru

Деятельность человека, которая может вызывать вибрацию субстрата под водой, включает, например, забивание свай, взрывчатые вещества, морские ветряные электрические турбины, дноуглубительные и траловые работы, звуковые удары, создаваемые самолетами, пневматическими пушками. Естественные источники вибрации субстрата включают вулканы, землетрясения и разбивающиеся волны.

Для исследования природы вибрации субстрата в водной среде и получение данных об окружающих уровнях движения частиц вблизи морского дна и в субстратах озер и рек, которые оказывают серьезное воздействие на рыб и беспозвоночных, необходимо контролировать вибрацию субстрата с высокой точностью и чувствительностью.

Разработанные и созданные измерители вибрации, например «795 М», «АГАТ-М» можно усовершенствовать, повысив при этом чувствительность, точность и герметичность. При усовершенствовании алгоритмов, реализуемых в типовых приборах с использованием оптимальных решающих правил при распознавании вибрации (рис. 1), можно добиться необходимых результатов.

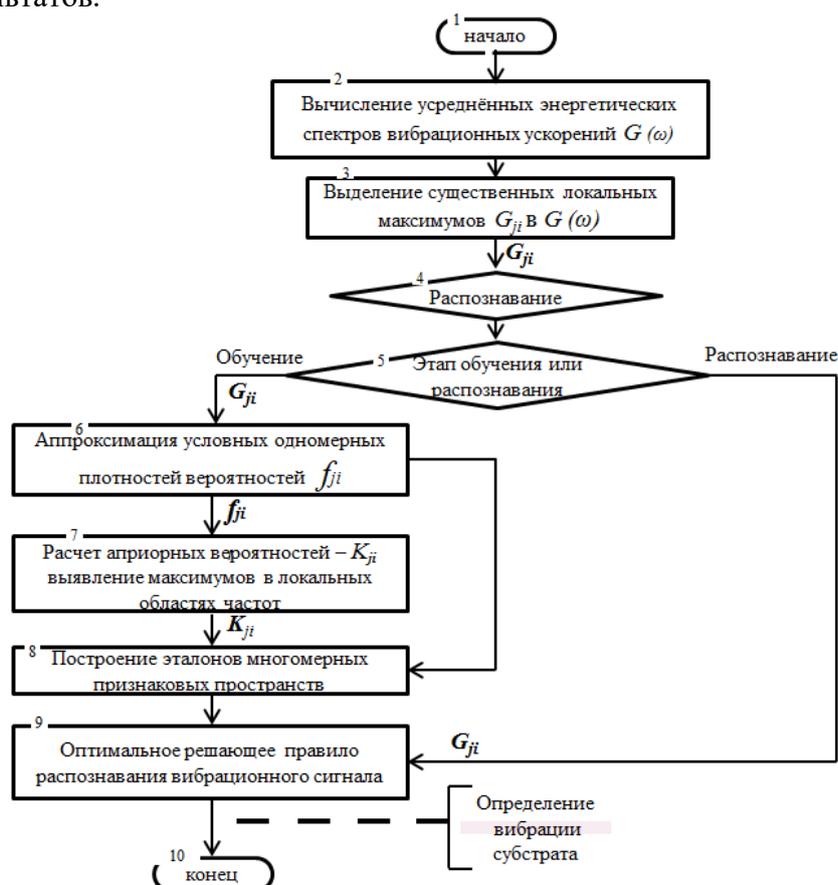


Рисунок 1 – Алгоритм повышения чувствительности измерителя вибрации

Список использованной литературы:

Пат. № 2680640 С1 Россия, МПК G01M 13/04. Способ вибродиагностики зарождающихся дефектов механизмов/ В.С.Давыдов, Д.В.Стеблянко.; №2018106011; заявл. 16.02.18; опубл. 25.02.2019 // Бюл. № 2. 22 с.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МОРСКУЮ МИКРОБИОТУ

Степанова О.А.¹, Шоларь С.А.^{1,2}, Пеньков М.Н.¹

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН

solar-ua@ya.ru

Проблема влияния электрических, магнитных и электромагнитных полей (ЭП, МП и ЭМП) на представителей биосферы Земли отличается актуальностью и особой заинтересованностью исследователей, что отражено в научных обзорах (Шаев и др., 2022; Шашурин, 2015). Известно, что все живое на нашей Планете постоянно находится под непрерывным воздействием электромагнитных излучений природного происхождения (МП Земли, электростатическое поле атмосферы, космическое и солнечное излучение). Однако производство и потребление электроэнергии, увеличившееся за последние 100 лет более чем в 1500 раз, привело к возникновению искусственных ЭП, МП и ЭМП, а также излучений различных частот и мощностей, которые обладают иными, отличными от естественных интенсивностями. Логично, что искусственные поля могут изменять различные характеристики живых организмов, адаптированных только к природным излучениям, что подтверждается многими экспериментальными исследованиями, в т.ч. и нашими.

Наши первые работы зафиксировали влияние постоянного МП на изменение инфекционного титра черноморских альговирусов и чувствительности культур микроводорослей к вирусному лизису. Целью наших дальнейших экспериментов было установление факта влияния ЭМП на представителей морской микробиоты с использованием созданной лабораторной установки.

Лабораторная установка была разработана на базе Лаборатории гидрофизических и биоэлектронных измерительных систем и технологий Центра экологического приборостроения и экоэнергетики Института природно-технических систем (ЛГБИСТ ЦЭПЭ ИПТС). Установка подробно описана, в т.ч. и в плане методики проведения экспериментов, в статье (Пеньков и др., 2022). В качестве исследуемого биологического материала – морской микробиоты – были использованы культуры микроводорослей *Tetraselmis viridis* и *Dunaliella viridis*, а также штаммы альговирусов к этим микроводорослям – TvVSI-1 и DvVS20-1. Эксперименты проводили как с минимальной частотой 25 Гц и уровнем сигнала 24 мВ ($B = 0,1$ Гс), так и с максимальной частотой 150 Гц и уровнем сигнала 100 мВ ($B = 0,11$ Гс).

Полученными результатами было зафиксировано снижение инфекционного титра у исследуемых штаммов альговирусов до 1–2 порядков, и увеличение до 1–2 порядков устойчивости культур микроводорослей к вирусному лизису. Значения получаемых результатов зависели в основном от длительности электромагнитной нагрузки (от суток и более), а также от величины первоначального инфекционного титра альговирусов и физических характеристик (частоты и уровня сигнала) создаваемого лабораторной установкой ЭМП.

Исследования в данном направлении будут продолжены.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 121122300070-9 и ФИЦ МГИ РАН 0555-2021-0003.

Список использованной литературы:

Шаев И.А., Новиков В.В., Яблокова Е.В., Фесенко Е.Е. Краткий обзор современного состояния исследований биологического действия слабых магнитных полей // Биофизика. 2022. Т. 67. № 2. С. 319–326.

Шашурин М.М. Эффекты действия техногенных электромагнитных излучений и полей на живые организмы (обзор) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2015. С. 83–89.

Пеньков М.Н., Шоларь С.А., Степанова О.А. Лабораторная установка для изучения влияния переменного электромагнитного поля на морскую микробиоту // Системы контроля окружающей среды. 2022. № 3 (49). С. 37–43.

**КОНТРОЛЬ ДИБЕНЗОТИОФЕНА И БЕНЗО[b]НАФТО[2,1-d]ТИОФЕНА
В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЭЖХ-ФД**

Халиков И.С.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Россия

Khalikov@rpatyphoon.ru

Дибензотиофен (DBT; $C_{12}H_8S$; CAS No.:132-65-0; М.м.=184) и бензо[b]нафто[2,1-d]тиофен (BN21T; $C_{16}H_{10}S$; CAS No.:239-35-0; М.м.=234) являются важными представителями серосодержащих аналогов полициклических ароматических углеводородов (S-ПАУ). В своей структуре S-ПАУ или тиаарены кроме конденсированных ароматических ядер содержат тиофеновое кольцо. Они образуются в результате неполного сгорания органических веществ, содержащих в своём составе серу, и широко распространены в природной среде, например, в выбросах промышленных предприятий и автотранспорта, почве, донных отложениях, биоте, речных водах, атмосферном воздухе и многих других объектах. Тиаарены DBT и BN21T могут быть маркерами угольного сгорания. Большинству S-ПАУ свойственна мутагенная активность, однако, воздействие их на окружающую среду, и вопросы токсикологии, изучены гораздо меньше, чем например, аналоговых ПАУ.

В отличие от определения ПАУ, тиааренам уделяется относительно меньше внимания, возможно из-за их более низких концентраций (примерно на порядок меньше) в экологических образцах и ограниченной доступности стандартов. Учитывая их довольно высокую устойчивость в объектах окружающей среды и способность к биоаккумуляции, проблема анализа этих соединений является весьма актуальной.

Дибензотиофен и бензо[b]нафто[2,1-d]тиофен способны флуоресцировать при возбуждении УФ-излучением, поэтому для их определения возможно использование флуориметрического детектора (ФД) с высокой чувствительностью и селективностью.

Для идентификации и количественного определения DBT и BN21T использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуориметрическим детектированием (детектор "RF-20A"). Измерения проводили на хроматографе "LC-20 Prominence" (Shimadzu) с колонкой "Envirosep PP" (125 x 3,2 мм, 5 мкм) и защитным картриджем C_{18} (4 x 2 мм) производства фирмы Phenomenex, в условиях изократического элюирования смесью ацетонитрила и воды (70 % ацетонитрила по объёму), при скорости потока 0,75 мл/мин и температуре колонки 40 °С. Объем вводимой аликвоты – 10 мкл. Время удерживания DBT и BN21T в этих условиях – 2,5 и 6,9 мин соответственно. В качестве стандартов использовали растворы индивидуальных тиааренов производства фирмы "Dr. Ehrenstorfer GmbH".

На хроматограммах с использованием различных колонок ВЭЖХ по определению ПАУ, дибензотиофен располагается между флуореном и фенантреном, а бензо[b]нафто[2,1-d]тиофен находится между хризенном и бенз(е)пиреном.

Проведена работа по поиску оптимального варианта детектирования (E_{ex}/E_{em} , нм) путём сравнения и подбора различных длин волн возбуждения и излучения с применением программного обеспечения «LC Solution», в результате чего были выбраны условия $E_{ex}(250 \text{ нм})/E_{em}(340 \text{ нм})$ для DBT и $E_{ex}(280 \text{ нм})/E_{em}(370 \text{ нм})$ для BN21T. Показана возможность определения этих S-ПАУ в атмосферном воздухе и донных отложениях с помощью ВЭЖХ-ФД.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСПРЕДЕЛЕННОГО СБОРА И АНАЛИЗА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Чачиев Д.Р., Порозов К.С., Тимченко И.В., Сосновский Ю.В.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Физико-технический институт (структурное подразделение), г. Симферополь, Россия
sosnovskiy.yv@cfuv.ru

Целью работы является разработка прототипов аппаратной и программной части комплекса распределенного сбора и анализа агрометеорологических данных.

Функциональные требования на данный комплекс формировались представителями агропромышленного колледжа им. Э.А. Верновского (филиал) ФГАОУ ВО «Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского». Комплекс предназначен для регистрации ряда агрометеорологических параметров, передачи их на центральный сервер, математической обработки. Данные можно визуализировать, а также рассчитывать комплекс условий возникновения различных заболеваний сельскохозяйственных культур и развития паразитов на них в зависимости от реальных условий окружающей среды.

Аппаратно-программный комплекс можно представить в виде модульной структуры. Модуль 1 обеспечивает регулярный сбор требуемых параметров, передачу их и сервисных данных на сервер, находящийся в Интернет, обеспечение безопасности канала передачи данных. Он должен иметь возможность работать в автономном режиме без подведения питающего напряжения.

Тестовая реализация выполнена с привлечением аппаратной платформы Arduino. Программная часть автономного модуля рассчитана на подключение различных датчиков, отличающихся типом, аппаратным и программным интерфейсами. Выбор требуемых датчиков осуществляется в отдельном файле конфигурации встроенной программы. Такой подход дает возможность использовать легкодоступные компоненты, а также выполнять оперативную конфигурацию под имеющийся набор датчиков.

Модуль 2 реализует авторизацию электронных подключений автономных модулей и клиентов, сбор данных, сохранение их в базу данных (БД), обеспечение безопасности данных.

Модуль 3 выполняет математические расчеты прогнозов состояний сельскохозяйственных культур. Также рассчитывается локальный прогноз погоды посредством экстраполяции значений давления, температуры, влажности и выполняется расчет прогноза заболеваемости сельскохозяйственных культур по матрицам логических условий.

Модуль 4 реализует web-интерфейс для отображения данных автономного модуля, отображения прогнозов состояний объекта мониторинга. В данном случае это разные варианты сельскохозяйственных культур, но сам принцип построения серверной части является универсальным.

Основные использованные инструментальные средства для реализации модулей 2–4 – язык программирования Python и его фреймворк Django версии 4.0.6 и включенные в его стандартный пакет библиотеки. Для интерактивной части и построения графиков использован JavaScript, на нем реализовано сохранение данных метеостанции в БД по запросу в формате JSON, автоматическая регистрация новых станций, пользователей, возможность просмотра всех доступных метеостанций, отображение форм, графиков температур по заданным параметрам.

Список использованной литературы:

Сосновский Ю.В. Аппаратно-программный комплекс распределенного контроля агрометеорологических данных / Системы контроля окружающей среды. Выпуск 11 (31). Севастополь, 2018. С. 44–47.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОМОДЕМОВ В РАЗОВЫХ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ЗОНДАХ

Шановалов О.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
neoton@list.ru

При решении задачи оперативного сбора данных и измерения физических параметров акватории возникает потребность создания зондов разового использования.

Предлагается создание малобюджетного зонда условно-разового использования и оперативного канала связи с базовой станцией.

Связь океанографического зонда осуществляется при помощи радиомодема.

Выбор типа радиомодема производился по следующим основным критериям:

- дальность связи должна обеспечиваться не менее 1,5 км;
- минимальная потребляемая мощность;
- небольшие габаритные размеры и невысокая стоимость;
- высокая чувствительность;
- частотный диапазон и выходная мощность не должны требовать согласования по их использованию.

Структурное построение предлагаемой системы измерения представлено на рисунке 1.

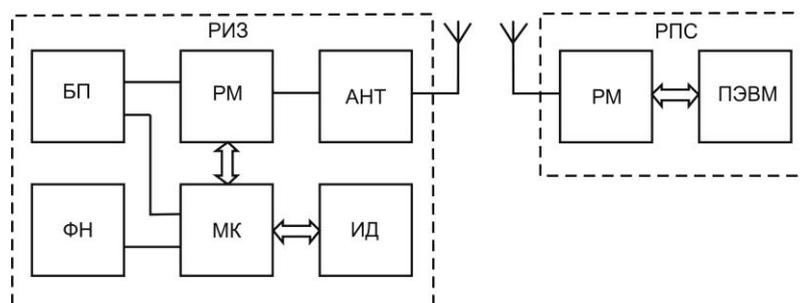


Рисунок 1 – Структура построения системы измерения

В состав системы измерения входят: разовый измерительный зонд (РИЗ), радиоприемная станция (РПС).

В состав РИЗ входят следующие узлы:

- микроконтроллер (МК), предназначенный для управления работой электронного блока РИЗ по заданной программе;
- радиомодем (РМ), предназначенный для передачи данных на береговую или судовую РПС и приема команд с РПС;
- измерительные датчики (ИД);
- батарея автономного питания (БП), предназначенная для питания МК и РМ;
- флешнакопитель (ФН), предназначенный для хранения данных измерений;
- антенный блок (АНТ), предназначенный для размещения антенны РМ.

В состав РПС входят: радиомодем (РМ), предназначенный для обеспечения двухсторонней связи с РИЗ; ПЭВМ, служащая для управления системой измерения, для регистрации поступающих данных и их последующую обработку.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 121122300070-9.

Список использованной литературы:

- Архипкин В.С., Лазарюк А.Ю., Левашов Д.Е., Рамазин А.Н. Океанология. Инструментальные методы измерения основных параметров морской воды. М.: Макс Пресс, 2009.
- Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. М.: Эко-Трендз, 2000.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ БИОСЕНСОРНЫЙ КОМПЛЕКС РАННЕГО
ОПОВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Шатохин А.В.¹, Селезнев И.А.¹, Ивакин Я.А.¹, Греков А.Н.²

¹АО «Концерн «Океанприбор», г. Санкт-Петербург, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

i@angrekov.ru

Автоматизированный биосенсорный комплекс раннего оповещения для экологического мониторинга водной среды с измерителем активности мидий, имеющий узлы крепления мидий и датчики фиксации с преобразователем раскрытия створок мидий в код, имеющим световой сигнальный огонь и коммуникатор сотовой связи, расположенные в поверхностном буре, подключенный к антенне сотовой связи, через которую по сети GSM и сервер информация поступает на береговой аппаратно-программный блок фиксации аварийных ситуаций (Шатохин А.В., 2021). В блоке фиксации аварийных ситуаций имеется аналитический и сигнальный блок, содержащие параметры функциональных характеристик организмов-индикаторов, которые вычисляются по сигналам средств измерений, поступающих в аналитический блок, представляющий собой программно-аппаратное устройство, включающее компьютер с программным обеспечением, содержащим базу данных параметров состояния функциональных характеристик различных организмов-индикаторов в норме, выполненную с возможностью ее постоянного пополнения и редактирования. Значения измеренных параметров обрабатываются компьютером непрерывно в режиме реального времени индивидуально для каждой особи организма-индикатора, при превышении степени отклонения их средних значений от нормы автоматически включается сигнальный блок и производится генерация сигнала тревоги. В комплекс дополнительно установлены измерительные каналы температуры, электропроводности, гидростатического давления (глубины), освещенности, волнения, инерциальная навигационная система, а также вибродатчик, аналоговая или цифровая информация с которых поступает в береговой аппаратно-программный блок фиксации аварийных ситуаций, где обрабатывается с помощью специализированной программы вероятностного анализа экологической безопасности с формированием по нескольким ступеням тревоги и передачей сигналов тревоги, что позволяет контролировать и отфильтровывать воздействие внешних мешающих факторов таких как изменение температуры, солености (электропроводность), освещенности, волнения, течения и шумы, влияющие на поведенческие и/или физиологические реакции водных организмов. При этом повышается точность и достоверность при оперативном выявлении воздействий внешних мешающих факторов, влияющих на поведенческие и/или физиологические реакции водных организмов и устранение генерации сигналов ложной тревоги.

Список использованной литературы:

Шатохин А.В., Селезнев И.А., Ивакин Я.А., Греков А.Н., Греков Н.А., Коровин А.Н. Автоматизированный биосенсорный комплекс раннего оповещения для экологического мониторинга водной среды: патент RU 2779728 С1. Патентообладатели: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Институт природно-технических систем" (ИПТС) (RU), Акционерное общество "Концерн "Океанприбор" (АО "Концерн "Океанприбор") (RU). Оpubл. 12.09.2022. Бюл. № 26.

ЗОНД-ПРОФИЛОГРАФ «ВИНЧИ»

Швоев Д.А., Волков С.В., Кочетов О.Ю., Островский А.Г.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия

dshv@ocean.ru

В Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН активно ведутся работы по созданию автономных зондов-профилографов различных типов (Островский и др., 2013; Ostrovskii et al., 2022), которые предназначены для проведения регулярных измерений вертикальных профилей различных параметров водной среды (температуры и солености воды, скорости и направления течения, содержания растворенного кислорода и др.) в течение длительного времени. Для работ в области внутреннего шельфа моря, а также в водоемах на суше недавно разработан автономный лебедочный зонд-профилограф «Винчи». Этот аппарат, оборудованный лебедкой и научными датчиками, стабильно работающими в автономном режиме в течение длительного времени, позволяет получить длинные частые (с интервалом порядка 1 часа) временные ряды однородных данных о водной толще от дна (мельче 60 м) до поверхности раздела вода-воздух с высоким вертикальным разрешением (порядка 10 см).

Конструкция аппарата (Островский и др., 2013), принципиально отличающаяся от аналогов, позволяет минимизировать гидродинамическое сопротивление и повысить устойчивость. Тело аппарата располагается параллельно горизонтальному потоку воды, что улучшает обтекаемость при всплытии на поверхность, где аппарат должен находиться некоторое время для телеметрии, определив свое местоположение по системе спутниковой навигации. Аппарат выполнен по схеме тримарана. Основной цилиндрический корпус с оборудованием имеет небольшие габариты (1,6x0,2x0,2 м) и массу (примерно 30 кг вместе с океанологическими датчиками), что делает его удобным для постановок с небольших лодок. Малые габариты достигнуты благодаря запатентованной конструкции лебедки с барабаном соосным цилиндрическому корпусу (Островский и др., 2018). Зонд-профилограф оснащен датчиками для контактных измерений при всплытии и погружении гидрофизических и биооптических параметров водной среды (солености и температуры воды, давления, взмученности, флуоресценции хлорофилла-а, растворенного кислорода). Аппарат между циклами погружения/всплытия базируется в придонном слое для укрытия от траления и воздействия волн. Аппарат имеет поисково-коммуникационный модуль, включая GSM модем и радиоантенну, GPS/Глонасс модем, светодиодный маяк, и датчик поверхности раздела вода-воздух.

Предварительные морские испытания аппарата были проведены на Полигоне «Геленджик» ИОРАН в Черном море в 2019–2021 гг., а полный цикл озерных испытаний был выполнен в Подмосковье на Гидробиологической станции «Глубокое озеро» РАН. Глубина мест постановок составила 9–28 м. В ходе озерных испытаний был определен ресурс автономной работы аппарата и в целом подтверждены заданные технические характеристики. Показано, что в условиях слабых течений общая протяженность хода аппарата составляет до 25 км или 500 циклов профилирования до глубины 25 м. Система связи позволила оперативно передавать данные измерений в загородной зоне, несмотря на неуверенный прием базовых станций. В ходе испытаний собраны новые данные о формировании сезонного термоклина, развитии летней гипоксии в придонном слое, суточных ритмах флуоресценции хлорофилла-а и межсезонных изменений в суточной миграции мезозоопланктона.

Работа выполнена по государственному заданию по теме № FMWE-2021-0010 при поддержке регионального гранта РФФИ и Министерства образования науки и молодежной политики Краснодарского края № 19-45-230012 p_a.

Список использованной литературы:

Островский А.Г., Зацепин А.Г., Соловьев В.А., Цибульский А.Л., Швоев Д.А. Автономный мобильный аппаратно-программный комплекс вертикального зондирования морской среды на заякоренной станции буйковой станции // Океанология. 2013. Т. 53, № 2. С. 259–268.

Островский А. Г., Швоев Д. А. Подводный лебедочный зонд // Пат. РФ № 2642677. – Заявл. 31.01.2017. – Оpubл. 25.01.2018. – Бюл. № 3.

Ostrovskii A.G., et al. Automated tethered profiler for hydrophysical and bio-optical measurements in the Black Sea carbon observational site // Journal of Marine Science and Engineering. 2022. Vol. 10. P. 322. DOI: 10.3390/jmse10030322

РАЗРАБОТКА ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА ИЗМЕРЕНИЯ МУТНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Шишкин Ю.Е., Пасынков М.А., Мишуков В.Ж., Шмырева И.Г.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

iurii.e.shishkin@gmail.com

Измерение мутности водной среды, в особенности морской воды, представляет собой актуальную научную и прикладную задачу. Морская вода – это сложная физико-химикобиологическая система, содержащая в себе растворенные минеральные вещества, взвеси микропластика, множество планктонных организмов. Из-за всех этих оптических неоднородностей морская вода сильно рассеивает свет и с точки зрения физической оптики она является мутной средой.

Следует отметить, что компоненты, содержащиеся в морской воде, в особенности планктон, после сбора проб быстро оседают, разлагаются и гибнут, так как могут существовать только при определенном диапазоне физико-химических условий и особенно температур. Поэтому разработанный оптический канал проектировался с учетом требования к измерению свойств морской воды непосредственно *in situ*, т. е. прямо в море, как компонент малогабаритных автономных роботов и стационарных буев (Шишкин, 2018). Задача осложнена тем, что морская вода ведет себя как химически агрессивная среда и требуются специальные решения, чтобы оптические приборы могли продолжительное время в ней работать, выдерживая высокое давления на глубине.

Известно, что интенсивность рассеянного света с увеличением числа рассеивающих частиц возрастает. На использовании этой закономерности базируются два компонента разработанного оптического измерительного канала. В первом компоненте концентрация вещества определяется на основе метода измерения линейного затухания светового сигнала – турбидиметрия, а во втором компоненте применяется метод с измерением интенсивности отраженного света под углом 90° – нефелометрия. При турбидиметрических измерениях величина, называемая мутностью, соответствует оптической плотности.

Конструкция оптического канала содержит два управляемых источника ИК-излучения с длиной волны 870-900 нм, расположенных под углами 90° и 180° к детектору, измеряющему интенсивность этого излучения. Алгоритм измерения заключается в последовательном измерении интенсивности светового излучения при отключенных источниках света для последующей компенсации фоновой засветки среды, и попеременном включении источников ИК-излучения с последующей регистрацией данных детектора. В результате пересчета полученных данных, в соответствии с калибровочными коэффициентами, определяются такие параметры как: NTU (нефелометрическая единица мутности) – отношение количества, рассеянного под углом 90° света к падающему; FAU (единица затухания по формазину) – единицы измерения пропускания для измерений в соответствии с EN ISO 7027 для образцов с мутностью более 40 FNU. Разработанный двухкомпонентный оптический канал осуществляет измерения мутности водной среды во всём океанографическом диапазоне, имеет компактные размеры (20x20x40 мм), низкое энергопотребление (1000 мВт в импульсе и 25 мВт в режиме ожидания), высокую чувствительность (16 бит на весь диапазон измерения), высокую частоту измерений (30 измерений в секунду) и предназначен для работы на стационарных буях, зондах и подводных глайдерах.

Список использованной литературы:

Шишкин Ю.Е., Греков А.Н. Концепция интеллектуальной системы автоматизированного экологического мониторинга на базе малогабаритных автономных роботов // Системы контроля окружающей среды. 2018. № 14 (34). С. 63–69.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ YOLOV5 ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МИКРООБЪЕКТОВ В МОРСКОЙ СРЕДЕ

Шишкин Ю.Е., Пелюшенко С.С., Маврин А.С.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
iurii.e.shishkin@gmail.com

Автоматическое обнаружение и классификация микрообъектов в морской среде является крайне актуальной и нерешенной научно-практической задачей морской экологии и промышленности. Традиционные методы обнаружения объектов на изображениях (помимо тривиальной обработки вручную с использованием эксперта) применяют подходы, осуществляющие свертку изображений по заранее заданным массивам шаблонов с последующей кластеризацией и устранением коллизий. Недостатком такого подхода является высокая вероятность ложных срабатываний детектора и вычислительная сложность не позволяющая использовать его в режиме реального масштаба времени (Шишкин, 2020).

В работе рассматривается возможность применения модели искусственной нейронной сети YOLOv5 для решения задачи обнаружения и классификации объектов. Положительной особенностью данной модели является возможность одноэтапного обучения нейронной сети путем простого указания рамок распознаваемых объектов и соответствующих им классов, а также возможность работы в режиме реального времени на современных графических процессорах с применением программно-аппаратной архитектуры параллельных вычислений CUDA.

С использованием смеси живых образцов микропланктона, взятых в Черном море, и специально приготовленных взвесей микропластика заданной фракции осуществлялись съемка, разметка и обучение модели. На рисунке 1 представлены графический интерфейс программы в процессе обучения модели и пример распознанного ею изображения.



Рисунок 1 – Графический интерфейс пользователя модели YOLOv5 во время разметки образцов микропланктона и микропластика и результат распознавания изображения обученной моделью

Предложенное решение позволило автоматически обнаруживать, распознавать и осуществлять численную оценку и статистический анализ параметров для всех классов изображений микрообъектов, которые были использованы в процессе эксперимента. Точность распознавания составила 80% при скорости обработки 5 кадров в секунду, что позволяет использовать ее при проведении оценки количественного и качественного разнообразия микрообъектов, естественного и антропогенного характера в морской среде в реальном времени.

Список использованной литературы:

Шишкин Ю.Е., Греков А.Н. Статистические методы кластеризации изображений гидробионтов // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 1 (39). С. 153–159.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОЙ СРЕДЫ

Шишкин Ю.Е., Рязанов В.А., Пузанова Л.И.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
iurii.e.shishkin@gmail.com

Оптические характеристики водной среды, такие как показатели ослабления, поглощения, рассеяния, преломления, определяются составом растворенных и взвешенных в ней веществ и дают информацию, полезную для оценки ее экологического состояния. Состав этих веществ, для морской воды, чрезвычайно разнообразен: это неорганические соли, растворенные органические соединения, планктон, бактерии, детрит и минеральные частицы. Численные оценки показателей ослабления и рассеяния направленного света для различных длин волн обладают выраженной специфичностью и зависят от типа детектируемых веществ.

В разработанной многоканальной системе регистрации и анализа оптических характеристик – измерения в инфракрасной области спектра 870–900 нм позволяют оценить концентрацию в воде взвешенных неорганических веществ, измерения в ультрафиолетовой области 370–380 нм – дают возможность следить за изменением концентрации в воде растворенных органических соединений. Известны случаи применения в измерительных каналах красной области спектра 640–660 нм и синей области 420–440 нм для аналогичных задач при работе *in situ*, либо спектрофотометрических измерений в лабораторных условиях (Маньковский, 1999). Результаты практических испытаний предложенной многоканальной системы измерения оптических характеристик водной среды представлены на рисунке 1.

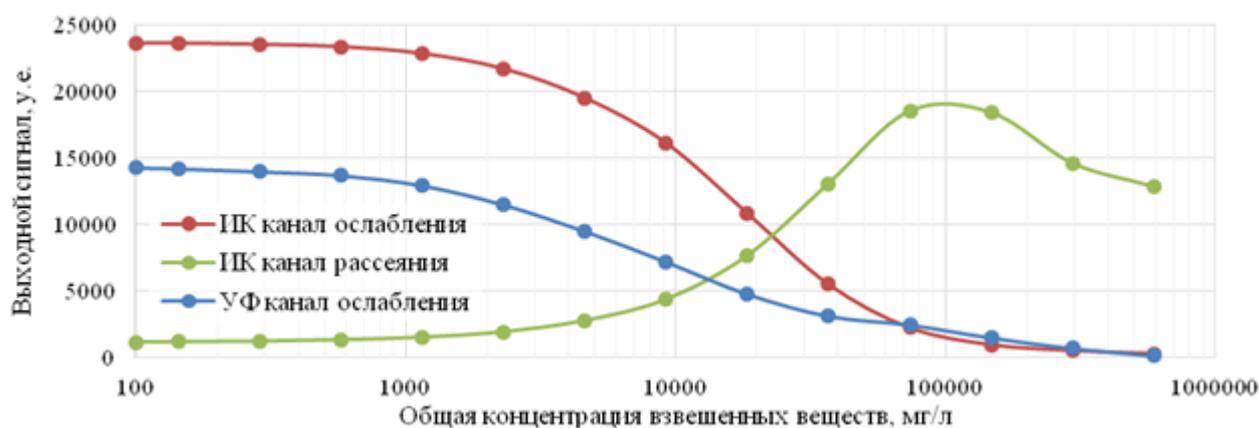


Рисунок 1 – Результаты лабораторных испытаний зависимости показаний оптических каналов ослабления и рассеяния света для различных заданных значений концентрации поливинилацетата

Результаты исследований многоканальной системы измерения оптических характеристик, в управляемых лабораторных условиях, показали, что для различных концентраций взвешенных веществ в водной среде, для каждого из каналов, есть частично пересекающиеся интервалы, в которых чувствительность этих каналов – максимальна. Таким образом, совместное применение системы нескольких спектральных каналов измерения ослабления и рассеяния для единого водного пространства повышает чувствительность на всем рабочем диапазоне системы в целом по сравнению с независимым использованием отдельных каналов.

Список использованной литературы:

Маньковский В.И., Соловьев М.В. О возможности восстановления спектрального распределения показателя ослабления излучения в поверхностных водах Черного моря по измерениям на одной длине волны // Система контроля окружающей среды. 1999. МГИ Севастополь, 303 с.

СЕКЦИЯ 2

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ТРЕНДОВ СУММАРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПОТОКОВ ТЕПЛА ПО ДАННЫМ ПРОЕКТА OAFUX И АТМОСФЕРНЫХ РЕАНАЛИЗОВ NCEP/NCAR, NCEP-R2, MERRA2

Аверьянова Е.А., Лубков А.С.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем» г. Севастополь, Россия
eisal@mail.ru

Наряду с изменчивостью приходящей коротковолновой и уходящей длинноволновой радиациями, основной вклад в изменчивость теплового баланса вносят турбулентные скрытые и явные потоки тепла. При этом проблема надежной оценки турбулентных потоков тепла на поверхности Мирового океана является отдельной, не до конца решенной в современной науке. Турбулентные потоки тепла, как известно, трудно определить на больших пространственных (в масштабах океанических бассейнов) и временных масштабах (от межгодовых до десятилетних). Тем не менее, существует множество реанализов и отдельных специализированных проектов, в которых предложены данные о турбулентных потоках. В этом исследовании проведено совместное сравнение некоторых из них.

Сравнение проводилось для четырех массивов, содержащих данные о турбулентных явном (H) и скрытом (LE) потоках тепла (их сумма далее будет обозначаться как "H + LE"): OAFux (Objectively Analyzed air-sea fluxes for the global oceans), NCEP/NCAR, NCEP-DOE Reanalysis 2 (The National Centers for Environmental Prediction Department of Energy) и MERRA2 (Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2). По данным NCEP/NCAR, OAFux за период 1958–2020 гг. и по данным NCEP/NCAR, OAFux, MERRA2, NCEP-DOE-R2 за период 1980–2020 гг. для H + LE рассчитывались: (1) – климатические величины (см. рис. 1); (2) – коэффициенты линейных трендов, уровень значимости которых определялся по критерию Манна – Кендалла; (3) – среднеквадратические отклонения (СКО) детрендрованных рядов; и (4) – СКО суммарных турбулентных потоков тепла на низких частотах, которые были получены с использованием фильтра Тьюки (были подавлены колебания с периодами менее 10 лет).

Краткие результаты. Основные особенности пространственного распределения средних (климатических) величин (H + LE) воспроизводятся по всем исследуемым массивам (рис. 1). Различия в величинах (H + LE) можно объяснить межгодовой изменчивостью и различиями в методиках ассимиляции данных. Можно отметить, что максимумы низкочастотной изменчивости в регионе формирования Североатлантических глубинных водных масс и в окрестности Гольфстрима в зимний период выделяются по всем исследуемым массивам.

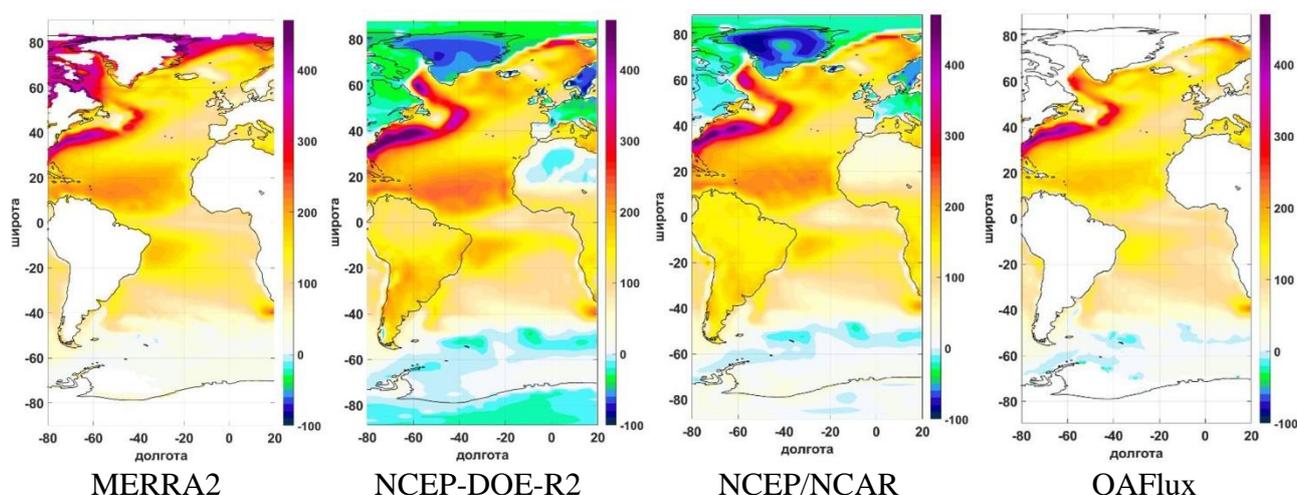


Рисунок 1 – Пространственное распределение средних величин суммарных турбулентных явных и скрытых потоков тепла за период 1980–2020 гг. в январе, Вт/м² для четырех массивов данных

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Алимпиева М.А., Юхмин Ю.Б., Шаранов С.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия
alimpiewa@rambler.ru

Развивающееся на планете глобальное потепление довольно неоднородно по своей временной структуре. Статистический анализ временного хода аномалии приземной температуры воздуха Северного полушария (сайт <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>) методом ступенчатого тренда позволил выделить годы нарушения однородностей и периоды, характеризующиеся однонаправленным изменением температуры воздуха (Морозова, 2019). Такие климатические промежутки С.В.Морозовой названы естественными климатическими периодами состояния земной климатической системы. Помимо временной неоднородности, в развитии потепления имеется хорошо выраженная сезонность, что подмечено во многих публикациях, например, в (Попова, 2018). Кроме того, настоящее потепление по-разному проявляется в различных регионах (Попова, 2018). Поэтому оказывается интересным рассмотреть территориальную структуру потепления, но не так, как представлено в большинстве литературных источников, в том числе и Оценочных докладах – за отдельные временные интервалы, а на фоне естественной климатической изменчивости. Цель настоящей работы – сравнить распределение средней приповерхностной температуры воздуха Северного полушария в два естественных климатических периода – в период стабилизации и во вторую волну глобального потепления в июле.

Исходными материалами для выполнения исследования послужили данные реанализа ERA5 за два климатических интервала – 1950 по 1974 – период стабилизации, и 1975–2021 – вторая волна глобального потепления. Использовалась сетка $5^\circ \times 5^\circ$. За каждый климатический период строились средние поля температуры, после чего рассчитывалась их разность. Визуализация данных на географической карте проводилась программным комплексом MAPINFO. На ней хорошо виден очаговый характер потепления летних сезонов на Северном полушарии. По сравнению с январем, летняя картинка выглядит довольно пестро. Наиболее сильно приземные температуры воздуха во вторую волну глобального потепления выросли в широтной зоне $0-30^\circ$ с.ш. в Тихом и Атлантическом океане. Очаги летнего потепления фиксируются в высоких широтах ($60-80^\circ$ с.ш.) – в районе Чукотского моря – моря Бофорта, над Гренландией, зона вдоль 60-го меридиана от Урала до восточного побережья Евразии. В широтном поясе $30-60^\circ$ с.ш. наиболее ярко прослеживается «пятнистость» в характере изменения приземной температуры. Обращает на себя внимание область, в которой температуры во вторую волну глобального потепления были ниже, чем в период стабилизации восточное побережье Атлантического океана между 20 и 40 широты, в районе Канарского течения. Возможно эту область холода сформировали воды холодного океанического течения, в которое поступает вода при таянии Гренландских ледников.

Укажем, что в аналогичной работе (Алимпиева и др., 2022), выполненной для января, очаговость потепления не прослеживается.

Список использованной литературы:

Морозова С.В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2019. – 130 с.

Попова В.В. Современные изменения климата на севере Евразии как проявление вариаций крупномасштабной атмосферной циркуляции. – М.: Фундаментальная и прикладная климатология. 2018. №1. С. 84–112.

Алимпиева М.А., Морозова С.В., Полянская Е.А. Анализ изменения приповерхностной температуры воздуха Северного полушария в различные климатические периоды. – Томск: сборник трудов по работе конференции ENVIROMIS-2022. – С. 39 – 41.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НАД РОССИЙСКИМ СЕКТОРОМ АРКТИКИ В СЕНТЯБРЕ 2020 ГОДА

Антохина О.Ю.¹, Антохин П.Н.¹, Аршинова В.Г.¹, Аршинов М.Ю.¹, Белан Б.Д.¹, Белан С.Б.¹, Гурулева Е.В.¹, Давыдов Д.К.¹, Ивлев Г.А.¹, Козлов А.В.¹, Law К.², Рассказчикова Т.М.¹, Paris J.-D.³, Савкин Д.Е.¹, Симоненков Д.В.¹, Складнева Т.К.¹, Толмачев Г.Н.¹, Фофонов А.В.¹

¹Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия

²Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales, LATMOS, UMR 8190, Paris, France

³Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, LSCE/IPSL, CNRS-CEA-UVSQ, Orme des Merisiers, CEA Saclay, Gif-sur-Yvette, France

Продолжающееся изменение глобального климата, которое по заключению МГЭИК обусловлено ростом концентрации парниковых газов в атмосфере, приводит к необходимости пристального контроля их содержания в различных районах земного шара. Особенно в регионах, где потепление происходит быстрее. К таким регионам в частности относится Арктика, где рост температуры воздуха в 2–3 раза выше, чем над другими регионами. Среди парниковых газов наибольший вклад в дополнительный нагрев воздуха, после водяного пара, вносит углекислый газ, точнее его антропогенная добавка. Однако, несмотря на проведенные исследования, многие аспекты этой проблемы остаются далекими от решения. Для восполнения пробела в данных о вертикальном распределении газового и аэрозольного состава воздуха над Российским сектором Арктики в сентябре 2020 года на самолете-лаборатории Ту-134 «Оптик» был проведен эксперимент по зондированию атмосферы и водной поверхности над акваториями всех морей Северного Ледовитого. Измерение концентрации метана осуществлялось с помощью газоанализатора G2301-m (Picarro Inc., США). Этот прибор создан специально для применения на самолете-лаборатории и позволяет регистрировать концентрацию CO₂ в диапазоне 0...1000 млн⁻¹; с погрешностью $\leq \pm 0,2$ млн⁻¹ и частотой 1 Гц. Профили углекислого газа восстанавливались по данным ежесекундных измерений путем скользящего среднего по 30 точкам и последующей интерполяции с шагом 10 метров по высоте.

Проведенный за достаточно короткое время самолетный эксперимент позволил сопоставить концентрации углекислого газа над всеми морями Российского сектора Арктики. Оказалось, что в этот период его содержание возрастало с запада на восток. Наименьшее было над Баренцевым морем, наибольшее – над Чукотским и Беринговым. Вместе с ростом концентрации с запада на восток уменьшался и ее перепад между приводным слоем и свободной тропосферой, что отражало степень поглощения углекислого газа океаном. Над восточными морями Восточно-Сибирским, Чукотским и Беринговым эта разница вообще стала положительной, что было вызвано переносом воздуха с территории Аляски или с акватории примыкающих к ней морей. Над акваториями большинства морей распределение CO₂ по площади было неоднородным, что скорее всего отражает различия в поглощении его океаном и особенности переноса с континента. Величина поглощения диоксида углерода океаном в период эксперимента зависела от температуры воды. Эта связь была положительной, что означает превышение ассимиляции CO₂ за счет питания планктоном, а не его растворения в воде.

Зондирование атмосферы выполнено на УНУ самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик», созданного в рамках госзадания ИОА СО РАН. Обработка данных и анализ результатов проведено по проекту Минобрнауки РФ «Исследование антропогенных и естественных факторов изменений состава воздуха и объектов окружающей среды в Сибири и Российском секторе Арктики в условиях быстрых изменений климата с использованием УНУ «Самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик»», соглашение № 075-15-2021-934.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАНСФОРМАЦИЕЙ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ

Ахсалба А.К.^{1,2}, Евстигнеев В.П.³, Кишмария Я.Ш.¹

¹Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия

²ГНУ Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум, Абхазия

³ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

Asida_cen@mail.ru, vald_e@rambler.ru

Для территории Республики Абхазия климат характеризуется неустойчивым по температурному режиму погодой и в большинстве районов избыточным количеством осадков. Обильное выпадение осадков нередко сопровождается паводками на реках, образованием и сходом селей в горных районах, эрозией почв, оползнями, уничтожением посевов агрокультур и т.п. В связи с этим актуальность исследований с подобной постановкой задачи сохраняется, особенно в свете протекающих в глобальной климатической системе процессов и связанных с ними рисков увеличения частоты опасных явлений в будущем (Ахсалба и др., 2019).

Комплекс экстремальных гидрометеорологических явлений, связанных с ветром разрушительной силы, занимают одно из первых мест по частоте встречаемости и по размерам экономических потерь среди последствий экстремальных метеорологических явлений. Причем, разброс средних значений аномалий для холодного полугодия больше, чем для теплого периода. В атмосферных осадках обнаруживаются циклы самой различной длительности, от 2 до 50 лет и более, некоторые частоты встречаются почти повсеместно, а другие крайне редко (Экба и др., 2021а). Наибольшее количество осадков выпадает в октябре, наименьшее в мае месяце. Значительно увеличилось суточные суммы осадков, их количество достигает 260–300 мм. Наибольшим значениям температуры воздуха соответствуют наименьшие значения атмосферных осадков (Экба и др., 2021б).

Большая изменчивость осадков в приморской зоне Абхазии в летние месяцы при весьма ограниченном среднем их количестве приводит к тому, что в некоторые годы осадков не хватает и возникает засуха. Это зона неустойчивого увлажнения. Число дней без дождя в большинстве районов Абхазии составляло 25–27 дней. Засухи с неблагоприятными последствиями для урожая характерны для приморской зоны (г. Гагра, г. Сухум и т.д.). Реже засухи распространяются на предгорную и в особенности горную зону Абхазии (с. Лата, с. Псху, г. Ткуарчал и т.д.).

Список использованной литературы:

Ахсалба А.К., Евстигнеев В.П., Экба Я.А. Статистический расчет экстремальных характеристик режима осадков на побережье Абхазии и Краснодарского края // «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий»: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф., 20–24 мая 2019 г., Республика Адыгея, г. Майкоп. Часть 1. – Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.», 2019. – С.56–62.

Экба Я.А., Ахсалба А.К., Марандиди С.И., Корсантия А.З. Трансформация атмосферных осадков на территории Абхазии в связи с региональным потеплением климата. Материалы Всероссийской открытой конференция по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Нальчик, «Принт Центр», 2021а. С.460–464.

Экба Я.А., Ахсалба А.К., Хинтуба Л.В. Глобальные и региональные (Абхазия) проявления парникового эффекта в атмосфере и на поверхности Земли. Материалы XI всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа». М.: ИИЕТ РАН. Том XI . 2021б. С 493–498.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ

Ахсалба А.К.^{1,2}, Марандиди С.И.^{1,2}, Рыбцов Т.З.²

¹Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум

² Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия
ieana-abkhazia@mail.ru, sofa-291088@mail.ru

В современный период спутниковые методы измерений интенсивно используются для изучения характеристик газового состава атмосферы и, прежде всего, для исследований пространственно-временных вариаций и трендов в содержании газовых компонентов атмосферы.

Впервые нами исследованы временные ряды метана и оксида углерода для черноморской акватории Абхазии, полученные на сайте Giovanni NASA. Выявлено, что максимальные концентрации метана наблюдаются в весенне-осенний период. Интересно отметить, что для прибрежной зоны Абхазии прослеживаются максимальные концентрации оксида углерода, характерные для зимне-весеннего периода, и минимальные концентрации наблюдаются в летние месяцы.

Выявлено, что за период 2015–2022 гг. концентрация углекислого газа повысилась. Касательно сезонных изменений можно отметить повышение концентрации углекислого газа в зимний и весенний периоды. Минимальные концентрации наблюдаются в летний период (рис. 1).

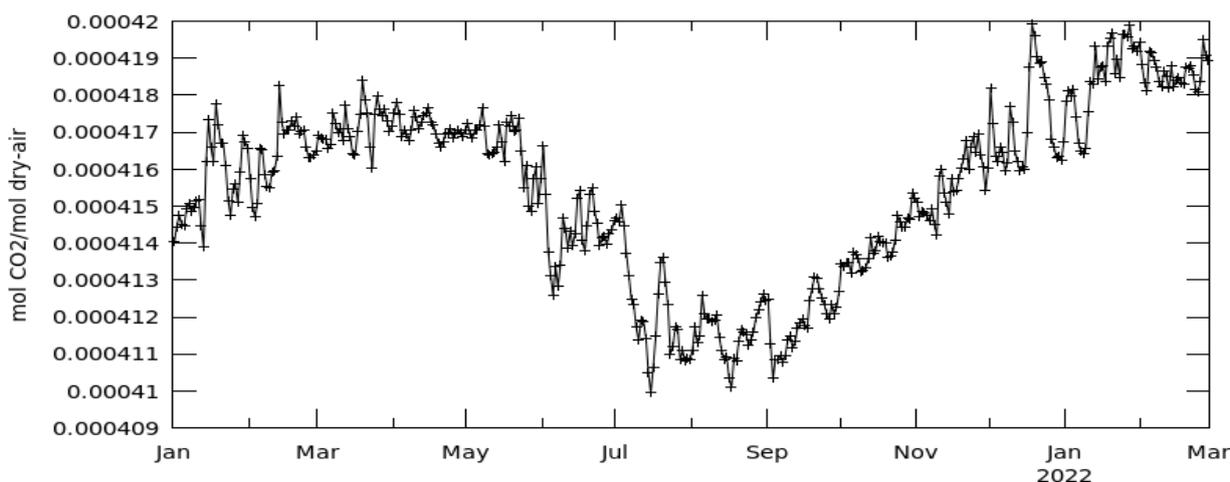


Рисунок 1 – Временные ряды, усредненные по площади для диоксида углерода, среднесуточный столб ассимилированного сухого воздуха 0,5 x 0,625 град. [GEOS-CHEM OCO2_GEOS_L3CO2_DAY v10r] моль CO₂ / моль сухого воздуха за 2022-01-01 12Z - 2022-03-01 11Z, регион 40 E.42N.42 E.43 N, 1°, 1000 hPa (750 мм рт.ст.)

Список использованной литературы:

Ахсалба А.К. Многолетние изменения температуры воздуха и атмосферных осадков на территории Абхазии // Известия вузов Северо-Кавказского региона. – 2007. – № 5. – С. 10–17.

Бортковский Р.С. К оценке среднего обмена кислородом и CO₂ между океаном и атмосферой в ключевых районах океана // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 250–257.

Salomonson V.V., Barnes W.L., Maymon P.W. et al. MODIS: Advanced facility instrument for studies of the earth as a system // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 1989. Vol. 27, N 2. P. 145–153.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЯЗВИМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО И УРАЛЬСКОГО СЕВЕРА

Бессонова Т.Н.

ФГБОУ ВО Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия
T_Bessonova@ugrasu.ru

В рамках глобального изменения климата уязвимость рассматривается как склонность или предрасположенность к неблагоприятному воздействию. В значительной степени уязвимость населения определяется социально-экономическим неравенством, которое является результатом неравномерных процессов развития.

Наиболее значительные климатические изменения наблюдаются в северных регионах. В рамках данного исследования проведено сравнение уязвимости населения Европейского и Уральского Севера к глобальному изменению климата. С помощью метода «максимум-минимум» была проведена интегральная оценка на основе статистических данных, влияющих на уязвимость населения, по мнению экспертного сообщества. Трансформация показателей осуществлялась по формуле:

$$\frac{X_n - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}, \quad \text{или} \quad \frac{X_{max} - X_n}{X_{max} - X_{min}}$$

Были использованы следующие данные Росстата за 2020 г.: доля населения 60+ в общей численности населения; доля населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума; уровень безработицы в регионе; наличие в домашних хозяйствах кондиционеров, число специальных автомобилей, используемых для уборки территории и вывоза коммунальных отходов на 1000 га общей площади городских земель в пределах городской черты.

В результате исследования было установлено, что наименее уязвимым является население Ямало-Ненецкого автономного округа (АО) и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО – Юры) (табл. 1). Данные субъекты имеют высокий уровень социально-экономического развития, низкую долю населения старших возрастных групп, низкий уровень безработицы и высокий уровень условий проживания и озеленения территории.

Таблица 1 – Интегрированная оценка показателей уязвимости населения Европейского и Уральского Севера

Место	Оценка	Субъект РФ	Место	Оценка	Субъект РФ
1	0,90	Ямало-Ненецкий АО	5	0,36	Ненецкий АО
2	0,67	ХМАО - Югра	6	0,33	Республика Коми
3	0,54	Тюменская область без АО	7	0,30	Архангельская область без АО
4	0,40	Мурманская область	8	0,29	Республика Карелия

Население Тюменской области без АО и Мурманской области, в целом, имеют средние показатели уязвимости к изменениям климата. В данных субъектах лучшие показатели обеспеченности специальной техникой для уборки территории, что в условиях высокой степени неустойчивых погодных условий является хорошим преимуществом городской среды конкретных регионов. Высокая уязвимость населения характерна для Ненецкого автономного округа, республики Коми, Архангельской области и республики Карелия. Причины высокой уязвимости населения в данных субъектах различные.

Снижение уязвимости населения к изменениям климата является важной стратегической задачей для органов государственного и муниципального управления. От того на сколько будет снижена уязвимость, будет зависеть сохранение населения на данных территориях и освоение природно-ресурсного потенциала.

Исследование выполнено в рамках научно-исследовательского гранта РНФ № 22-28-01403 «Модели прогнозирования процессов адаптации социо-эколого-экономических систем северного региона к последствиям глобального изменения климата».

**АНАЛИЗ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНОСОВ, СВЯЗАННЫХ С ВЫСОКИМ
ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОМ
БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

Волков А.Ю.¹, Громов С.А.^{2,3}

¹Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А.Тимирязева,
г. Москва, Россия

²ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля»,
г. Москва, Россия

³ФГБУН «Институт географии РАН», г. Москва, Россия
Alex.u.volkov4@gmail.com, gromov.igce@gmail.com

На территории Центрально-Лесного заповедника с 2007 г. проводятся наблюдения за загрязнением атмосферы по международной программе мониторинга и оценки трансграничного загрязнения воздуха в Европе (ЕМЕП). Результатами многочисленных исследований показано, что содержание в воздухе и осадках большинства веществ, вовлеченных в дальний перенос, определяется интенсивностью их поступления (эмиссии) при перемещении воздушных масс, временем их переноса от источника до места измерения, скоростью трансформации и выведения (Израэль и др., 1989). При обработке результатов мониторинга решалась задача определения направлений переноса в нижней тропосфере при регистрации высоких концентраций сульфатов (SO_4) в тёплый и холодный сезоны 2010–2021 гг. Для определения высоких значений за каждый период наблюдения использовались статистические критерии отклонения для рядов данных с логарифмически нормальным (логнормальным) распределением (Гурский, 1971). Для результатов измерений станций ЕМЕП, соответствующих интервалу наибольших отклонений от среднего за сезон, фиксировались даты наблюдений и определялись направления переносов приходящих воздушных масс, приносящих осадки.

Для анализа путей переноса осадков, выпадавших на территории заповедника, была использована Web-версия программы HYSPLIT (<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>), позволяющая вычислять обратные траектории перемещения воздушных объемов, определяя их координаты через заданные промежутки времени за период отслеживания. Даты и часы отбора проб с высокими концентрациями заносились в программу HYSPLIT, определялись координаты путей и начала 3хсуточных траекторий. С помощью ПО Next GIS полученные координаты были представлены на картах (рис. 1).

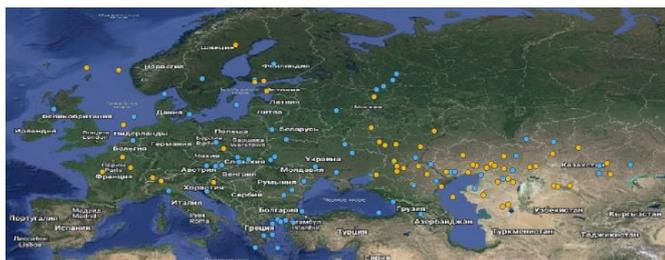


Рисунок 1 – Результаты анализа начала траекторий переноса осадков с высокими концентрациями сульфатов в холодный (синие) и теплый (оранжевый) периоды 2020–2021 года

Представленный анализ показал, что в район станции ЕМЕП Центрально-Лесного заповедника осадки с наибольшими концентрациями SO_4 в холодный период года поступают часто из Юго-Восточной Европы, а в теплый период – из южных регионов России и с территории Казахстана.

Список использованной литературы:

Израэль Ю.А., Назаров И.М., Прессман А.Я., Ровинский Ф.Я., Рябошапка А.Г., Филиппова Л.М. Кислотные дожди. – Л., Гидрометеиздат. 1989. 269 с.

Гурский Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики. – М., Высшая школа. 1971. 328 с.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ВОЗДУХА ВДОЛЬ ПОБЕРЕЖЬЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Гайко Л.А.

ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
Владивосток, Россия

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный
университет, Владивосток, Россия
gayko@yandex.ru

В настоящее время климатологами всего мира отмечаются значительные положительные температурные аномалии на планете. Особое внимание уделяется региональным исследованиям, так как они конкретизируют общую картину климатических изменений.

В работе по данным наблюдений на пяти гидрометеорологических станциях (ГМС), расположенных вдоль морского побережья Приморья (рис. 1), проведено исследование пространственно-временной структуры температуры воды и воздуха за период 1930–2020 гг., а также выявление температурных особенностей района за три последних десятилетия (1991–2000; 2001–2010 и 2011–2020 гг.) на фоне базовой климатической нормы, вычисленной за тридцатилетний период (1961–1990 гг.), рекомендованный Всемирной метеорологической организацией (Коршунова, Швець, 2014).

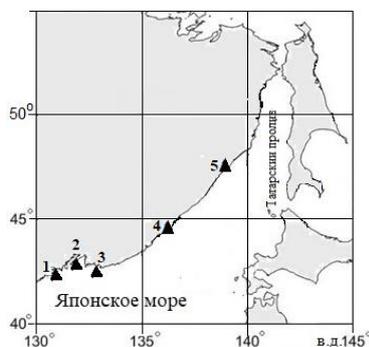


Рисунок 1 – Схема размещения ГМС вдоль побережья Приморья: 1 – Посьет; 2 – Владивосток; 3 – Находка; 4 – Рудная Пристань; 5 – Сосуново

Сравнение аномалий среднемесячных температур за три последних десятилетия показало, что отклонения температуры и воды, и воздуха на станциях в основном были выше базовой нормы, но происходили не равномерно, а носили волнообразный характер. Отклонения среднегодовой температуры приведены в табл. 1. При исследовании межгодового хода температуры воды и воздуха на всех станциях был выявлен положительный, значимый на 5%-ом уровне, линейный тренд. Полученные результаты подтверждают, что в современный период в регионе прослеживается тенденция роста температурного фона.

Таблица 1 – Отклонения среднегодовой температуры воды и воздуха (°С) осреднённой за декады 1991–2000 (1), 2001–2010 (2) и 2011–2020 гг. (3), от нормы (1961–1990 гг.)

ГМС	Аномалии температуры воды,			Аномалии температуры воздуха,		
	1	2	3	1	2	3
Посьет	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	1,0
Владивосток	0,9	0,7	1,3	1,1	1,0	1,0
Находка	0,7	0,8	1,0	0,9	1,0	1,2
Рудная Пристань	0,6	0,2	0,3	0,7	0,8	0,8
Сосуново	0,9	0,5	0,9	0,6	0,7	1,2
Среднее за декаду	0,7	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0

Список использованной литературы:

Коршунова Н.Н., Швець Н.В. Изменение норм основных климатических параметров на территории России за последние десятилетия // Труды ВНИИГМИ-МЦД, – 2014. – № 178. – С. 11–24.

ОЦЕНКА ВЫПАДЕНИЯ СУЛЬФАТОВ И АЗОТА С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ НА СТАНЦИЯХ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА СЕТИ ЕМЕП ЗА ПЕРИОД С 2000 ПО 2019 ГГ.

Галушин Д.А.^{1,2}, Громов С.А.^{1,3}

¹Институт Глобального Климата и Экологии им. ак. Ю.А.Израэля, г. Москва, Россия.

²Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

³ФГБУН Институт географии Российской академии наук, г. Москва, Россия
galushin2012@yandex.ru

Результаты расчетов потоков соединений серы и азота из атмосферы в рамках выполнения программы ЕМЕП являются одним из основных источников базовой информации для оценки загрязнения атмосферы и окружающей среды (Fagerli, 2022).

Целью работы является оценка выпадения соединений окисленной серы и азота для российских станция сети ЕМЕП за период 2000–2018 гг. по результатам многолетнего моделирования в программе ЕМЕП. Для анализа были использованы значения рассчитанных выпадений серы и азота по ячейкам $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ для области моделирования ЕМЕП. Нами были выбраны значения в ячейках станций и составлены графики с информацией о влажных выпадениях загрязняющих веществ по годам. (рис. 1)

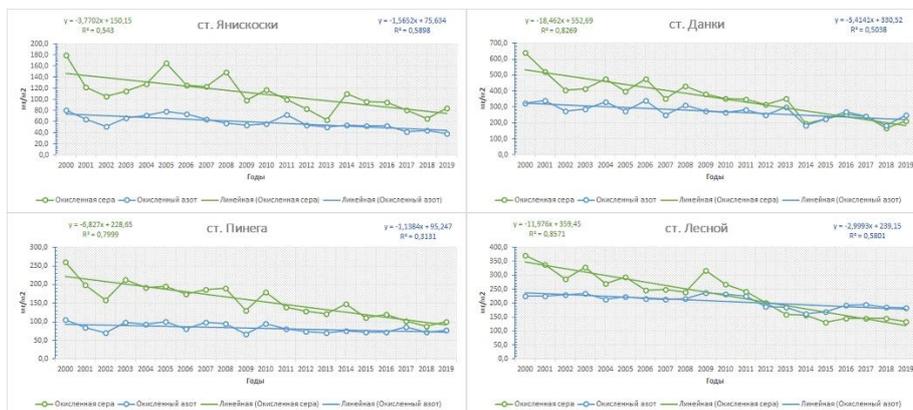


Рисунок 1 – Выпадения соединений окисленной серы и азота с атмосферными осадками на ст. Янискоски, Данки, Пинега, Лесной за период с 2000 по 2019 гг.

На всех станциях наблюдается снижение выпадения окисленной серы и азота с атмосферными осадками. Наиболее заметно это на станции Данки (с 640 мг/м^2 в 2000 гг. до 169 мг/м^2 в 2019 гг.) и на станции Лесной (с 371 мг/м^2 в 2000 гг. до 134 мг/м^2 в 2019 гг.). По окисленному азоту все станции, кроме Пинеги, показывают значение коэффициента детерминации (R^2) в $0,5 - 0,58$, что означает фоновый характер изменения азота. Ближе к крупным городам, таким как Москва, значение влажного выпадения азота будет выше (ст. Данки), чем на станциях, которые находятся на удалении от крупных городов (ст. Пинега).

Исследование выполнено в рамках темы НИОКТР АААА-А20-120013190049-4 «Развитие методов и технологий мониторинга загрязнения природной среды вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕЭК ООН: ЕМЕП, МСП КМ) и кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ)».

Список использованной литературы:

Fagerli H., Benedictow A., Gauss M., Nyiri A., Tsyro S., and Wind P. Transboundary particulate matter, photo – oxidants acidifying and eutrophying components MSC – W. Status Report 1/2022. Norwegian Meteorological Institute.

ГОРОДСКОЙ ОСТРОВ ТЕПЛА ЕКАТЕРИНБУРГА В ПОЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА

Горностаева А.А., Демежко Д.Ю., Хацкевич Б.Д., Вдовин А.Г.

Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
free_ride_@mail.ru

Оценены основные характеристики и временная динамика городского острова тепла (ГОТ) Екатеринбурга по данным метеонаблюдений.

Годовой цикл интенсивности ГОТ Екатеринбурга имеет «W»-образную форму с максимумами (около 1,0°C) в феврале-марте и в летний период (рис. 1). С 50-х годов 20 века «W»-образная годовая кривая интенсивности ГОТ не изменялась при росте среднегодовых значений со скоростью 0,31°C/100 лет до начала 1980-х. С начала 1980-х среднегодовая интенсивность ГОТ стабилизировалась на уровне 0,8°C.

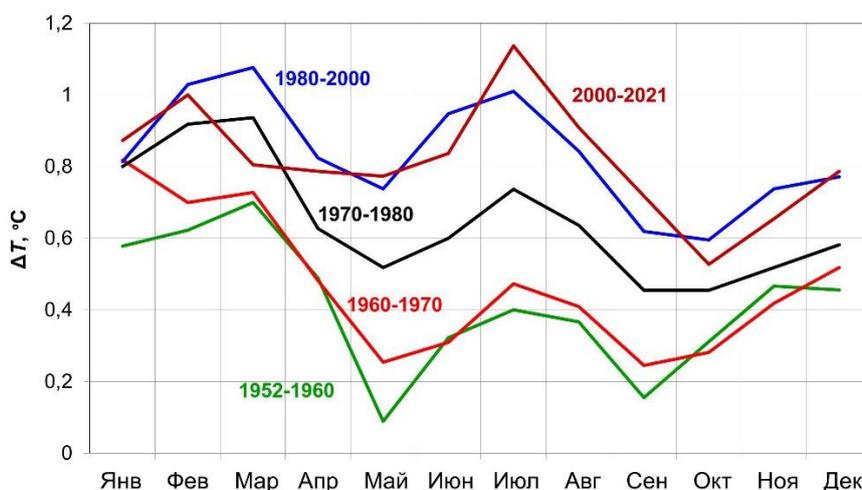


Рисунок 1 – Годовой ход значений интенсивности ГОТ Екатеринбурга ΔT , усредненных за отдельные периоды

В суточном цикле максимальная интенсивность ГОТ (до 2,4°C) наблюдается в мае-июле после захода солнца, при этом присутствует локальный послеполуденный максимум (до 0,8°C), связанный с максимумом инсоляции при низком значении альбедо городских покрытий. Максимум после захода солнца может быть объяснен более быстрым охлаждением сельской местности по сравнению с городской территорией (Оке, 1982). В осенне-зимний период и в начале весны суточная амплитуда интенсивности ГОТ падает. Это происходит в условиях уменьшения влияния инсоляционного источника при наличии снежного покрова и облачности. При этом уменьшается максимальное значение ГОТ и незначительно повышается минимальное под влиянием, помимо сокращения инсоляционного сигнала, спокойной ветровой обстановки, роста концентрации аэрозоля и водяного пара вблизи поверхности и антропогенных выбросов тепла.

Результаты исследования могут быть актуальны для фундаментальной и прикладной климатологии, геоэкологии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-77-10018, <https://rscf.ru/project/22-77-10018/>.

Список использованной литературы:

Oke T. R. The energetic basis of the urban heat island // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. – 1982. – V. 108. – 455 pp.

МЕЖГОДОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ pH ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Гребнева Е.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Lenagrebneva12@gmail.com

Рост концентраций парниковых газов в атмосфере и, в первую очередь, углекислого газа, изменение гидрохимических параметров поступающих в море речных вод и атмосферных осадков, вариации региональных гидрометеорологических условий в процессе климатических изменений и другие процессы оказывают существенное влияние на гидролого-гидрохимическую структуру морских вод. Это проявляется в вариациях величины pH. (Kroeker, 2013). В основном, современные исследования водородного показателя сосредоточены на получении глобальных климатических тенденций pH поверхностных слоев Мирового океана, которые являются прямым следствием поглощения морской водой возрастающего количества атмосферного CO₂.

Для поверхностных вод Черного моря тренд величины pH за период с 1956 по 2010 гг. был оценен от $-0,013$ до $-0,017$ ед. pH/10 лет (Polonsky, 2012; Гребнева, 2021). Вместе с тем, во временном ходе pH были выделены квазициклические компоненты изменчивости с периодом $\sim 2,5$ и $6,7$ лет. Наиболее вероятно, что основная причина такой изменчивости величины pH в верхнем слое открытой части Черного моря связана с вариациями региональных гидрометеорологических характеристик, обусловленных изменениями циклонической активности в Атлантико-Европейском секторе, включая Черноморский регион. Однако, в этой работе выделение внутригодового цикла и интерполяция данных были осуществлены с недостаточно высоким временным разрешением, что может приводить к искажению оценок трендов и межгодовой изменчивости восстановленного ряда. Ясно, что анализ более надежных многолетних временных рядов необходимого разрешения может уточнить представления об отклике региональных гидрохимических циклов на изменчивость гидрометеорологических процессов, происходящих на фоне климатических трендов, и уточнить многолетние тенденции pH. В связи с этим, в настоящей работе по архивным данным ИПТС (6989 станций pH) за период с 1957 по 1996 гг., рассчитан эквидистантный временной ряд разрешающий внутригодовой цикл и позволяющий уточнить межгодовые низкочастотные вариации, а также тренды этой величины для глубоководной части Черного моря. Подтвержден ранее полученный результат о том, что по статистической структуре временной ряд делится на два 20-летних временных отрезка, различных по знаку долговременных тенденций и величине дисперсии. Первый из них с 1957 г. по 1976 г., второй занимает следующие 20 лет (с 1977 по 1996 гг.). После удаления линейного тренда, пространственно-временной интерполяции с учетом годового цикла и добавлением к пропущенным значениям белого шума рассчитан квазистационарный временной ряд pH. В результате спектрального анализа этого ряда получена значимая циклическая компонента изменчивости величины pH поверхностного слоя открытой части Черного моря с периодом 10 лет.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС (№ ГР 121122300074-7).

Список использованной литературы:

Kroeker K.J., Kordas R.L., Crim R., Hendriks I.E., Ramajo L., Singh G.S., Duarte C.M., Gattuso J.P. Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming // *Global change biology*. 2013. Vol.19. Iss. 6. P. 1884–1896. <https://doi.org/10.1111/gcb.12179>

Polonsky A.B. pH variability in the Black Sea waters in the 20th century: is the acidity of sea water increasing? // *Reports of the National Academy of sciences of Ukraine*. 2012. № 2. P. 146–149.

Гребнева Е.А. Разработка эмпирической модели долговременного изменения pH поверхностных вод глубоководной части Черного моря // *Системы контроля окружающей среды*. 2021. № 4 (46). С. 22–30. DOI: 10.33075/2220-5861-2021-4-22-30

**О ВЛИЯНИИ ВОСТОЧНО-АТЛАНТИЧЕСКОГО/ЗАПАДНО-РОССИЙСКОГО
КОЛЕБАНИЯ НА ЗАВИХРЕННОСТЬ КАСАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТРЕНИЯ
ВЕТРА НАД ЧЕРНОМОРСКИМ РЕГИОНОМ**

Губарев А.В., Аверьянова Е.А., Полонский А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
alexgub@inbox.ru, eisal@mail.ru, apolonsky5@mail.ru

Известно, что Восточно-Атлантическое/Западно-Российское колебание (ВАЗРК) влияет на климатические условия в Атлантико-Евразийском регионе (Barnston, Livezey, 1987; Бардин и др, 2015; Полонский, Сухонос, 2020). Однако, его роль в формировании завихренности касательного напряжения трения ветра (ЗКНТВ) над акваторией Черного моря практически не исследована. Между тем, пространственно-временная изменчивость регионального поля ветра определяет циркуляционные особенности Черного моря и гидролого-гидрохимические характеристики его вод. Поэтому в настоящей работе было изучено влияние ВАЗРК на ЗКНТВ над акваторией Черного моря. В качестве исходных данных использовались срочные массивы поля ветра из ре-анализа MERRA2 (Ronald et al., 2017) и значения индекса ВАЗРК за период 1980-2019 гг. (Сайт..., http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/tele_index.nh). Методика анализа и обработки данных подробно описана в работе (Аверьянова и др., 2022). В результате анализа полученных результатов установлено, что в различные месяцы влияние ВАЗРК на ЗКНТВ в Черноморском регионе различно. При исследовании структуры полей композитов ЗКНТВ в разные фазы ВАЗРК не обнаружено их преемственности при переходе от месяца к месяцу. Так, при положительной фазе ВАЗРК в феврале в западной части моря наблюдается значимое усиление циклонической завихренности, а в январе для этого же региона получена противоположная тенденция. Похожая ситуация принципиальной смены знака отклика ЗКНТВ на ВАЗРК получена для области, расположенной к западу от Крымского полуострова при переходе от апреля к маю. Таким образом, проведенное исследование не позволило выделить значимые и устойчивые закономерности влияния ВАЗРК на ЗКНТВ над Черным морем.

Работа выполнена в рамках темы госзадания № 0012-2021-0003 Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость природной среды глобального и регионального масштабов.

Список использованной литературы:

Barnston A.G., Livezey R.E. Classification, Seasonality and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns // Mon. Weather Rev. – 1987. – V. 115. – No. 6. – P. 1083–1126.

Бардин М. Ю. и др. Особенности изменчивости циклонической активности в умеренных широтах Северного полушария, связанные с ведущими модами атмосферной циркуляции в Атлантико-Европейском секторе // Фунд. и прикл. климат. – 2015. – Т. 2. – С. 14–40.

Полонский А.Б., Сухонос П.А. Анализ влияния Атлантико-Европейских крупномасштабных атмосферных мод на зимние аномалии температуры воздуха приземного слоя в Черноморско-Каспийском регионе // Сист. контр. окр. среды. – 2020. – Вып. 4 (42). – С. 13–19.

Ronald G., et al. The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) // Journal of Climate. – 2017. V. 30. – P. 5419–5454.

Сайт NOAA [Электронный ресурс]: URL: http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/tele_index.nh

Аверьянова Е.А., Губарев А.В., Полонский А.Б. Влияние Североатлантического и Восточно-Атлантического колебаний на завихренность касательного напряжения трения ветра над Черным морем // Метеорология и гидрология. – 2022. – №1. – С. 24–35.

ТИПИЗАЦИЯ НОРМИРОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ СИЛЬНЫХ ДОЖДЕЙ В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ

Евстигнеев В.П.^{1,2}, Наумова В.А.^{1,2}, Корсакова С.П.^{2,3}

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

³ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»,

г. Ялта, Россия

vald_e@rambler.ru

Интенсификация летних сильных ливневых дождей считается одним из последствий неустойчивости климата в Европе, в том числе для Азово-Черноморского региона. Примерно в половине всех случаев ОЯ сильных осадков во все сезоны кроме зимы основным районом зарождения циклона являлся Азово-Черноморский бассейн (Евстигнеев и др., 2021). Вклад северо-западных («ныряющих»), как и Атлантических циклонов в формирование опасных метеорологических явлений по осадкам - несущественный. Исследование особенностей формирования осадков на территории Крымского полуострова интересно тем, что данный регион полон разнообразных форм рельефа, - Крымские горы, степная часть полуострова, - физико-географические условия генерации и усиления осадков теплого полугодия существенно различаются. При этом крупномасштабные факторы образования атмосферных осадков для сравнительно небольшой территории одни и те же.

Целью настоящей работы было выявление физико-географических особенностей распределения осадков на территории полуострова путем анализа профилей интенсивности значимых дождей, оценки повторяемостей типов профилей, а также дополнительной анализа продолжительности и интенсивности сильных дождей в Крымском регионе в теплое полугодие. Источником данных послужила база данных записей плювиографов на метеорологических станциях за период 1994–2021 гг. В настоящей работе выполнен анализ нормированных профилей осадков путем отбора случаев дождей с накопленной суммой осадков более 10 мм.

Стандартизированные профили дождей (приведенные к единичной продолжительности и выраженные в относительных величинах по отношению к максимальной интенсивности) были разделены на три группы методом k-медоид в комплексе с гар-статистикой на основе подобия профилей (Tibshirani et al., 2001). Выполнен анализ многолетней изменчивости годовой частоты дождей каждого типа профиля наряду с продолжительностью дождя и накопленной суммой осадков. Выявлены особенности характеристик профилей дождей в зависимости от физико-географических условий из формирования в теплый период года. Результаты работы могут быть полезны при предпроектных изысканиях дренажных систем и систем ливневого стока на городских территориях, основная нагрузка на которые возникает при развитии событий сильных дождей.

Список использованной литературы:

Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Евстигнеев М.П., Любецкая Е.П. Опасные метеорологические явления на территории Крымского полуострова в современных климатических условиях // Метеорология и гидрология. – 2021. – №7. – С.107–122.

Tibshirani R., Walther G., Hastie T. Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic // J. R. Statist. Soc. B. 2001. Vol. 63. P. 411–423.

**МЕЗОМАСШТАБНЫЕ ВИХРИ В БЕРИНГОВОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ
СПУТНИКОВОЙ АЛЬТИМЕТРИИ**

Жабин И.А., Дмитриева Е.В., Таранова С.Н.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
г. Владивосток, Россия
zhabin@poi.dvo.ru

Динамика мезомасштабных вихрей в Беринговом море исследована на основе результатов, полученные при помощи автоматического метода выделения вихрей по данным об аномалиях уровня моря (AVISO). Для этой цели на основе глобального массива “Mesoscale eddy trajectory atlas product” была создана региональная база данных, позволяющая провести анализ пространственного распределения вихрей (антициклон-циклон), интенсивности, нелинейности, скорости и траекторий движения. Установлены районы формирования и разрушения вихревых образований. Полученные результаты показывают, что мезомасштабные вихри играют значительную роль в динамике вод Берингова моря. За период альтиметрических наблюдений (1993–2018 гг.) было выделено 592 вихря с продолжительностью существования более 90 суток (антициклонические (361) и циклонические (231)). В среднем за год формировалось около 13 антициклонических и 8 циклонических вихревых образований, оказывающих влияние на сезонную изменчивость структуры и динамики вод. Антициклонические и циклонические вихри в Беринговом море имели средний радиус 53,2 и 63,5 км, средняя орбитальная скорость геострофических течений на внешнем замкнутом контуре вихрей составляла 14,0 и 10,8 см/с, соответственно. Средняя скорость перемещения антициклонов и циклонов вдоль траектории движения была равна 5,1 и 6,2 см/с. Большая часть мезомасштабных вихрей была связана с основными течениями Берингова моря. Это показывает, что вихри в основном формируются за счет бароклинной/баротропной неустойчивости Берингоморского склонового и Камчатского течений. На вихреобразование в зоне Северного Алеутского склонового течения может влиять водообмен через проливы Алеутской гряды. Большая часть антициклонических вихрей формируется в апреле–июле. Максимальное количество “новых” циклонических вихрей наблюдается в холодную половину года (январь–март). Сезонная изменчивость общей циркуляции вод Берингова моря оказывает влияние на интенсивность вихреобразования.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СООТНОШЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ И РАСХОДА СТОКА ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА РЕКИ ДОЖДЕВОГО ПИТАНИЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Жигачева Е.С.¹, Громов С.А.^{1,2}

¹ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю.А. Израэля», г. Москва

²ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва

В рамках деятельности международной Сети кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ) на реке Комаровка (станция ЕАНЕТ Приморская) на Дальнем Востоке России ведётся многолетний мониторинг за содержанием химических веществ в поверхностных водах.

При изучении процессов, влияющих на закисление вод реки Комаровка, одной из главных проблем является редкий отбор проб – только в основные гидрологические фазы, 5 раз в год. Пробы отбираются в соответствии с отслеживаемым гидрологическим режимом реки и должны характеризовать динамику между основными сезонами, однако изменения в содержании закисляющих агентов в воде может изменяться значительно, внося значительную неопределенность в оценке интегрального потока веществ с речным стоком. Одним из способов добиться большей точности в расчёте годовых выносов химических компонентов с водосбора может являться применение зависимости концентраций от расходов воды, т. н. L-Q метод (Ide, 2007). Для нерегулируемого водотока получение ежедневных данных о расходах воды может быть затруднено, а проведение расчётов осложняется нерегулярностью сложных измерений и изменчивостью формы русла. Тем не менее, в тёплый сезон наблюдается зависимость расходов от уровня воды в реке. Мы проследили характер этой зависимости за двадцатилетний период (2001–2020) по данным, получены по измерениям на гидропосте Центральный на участке реки Комаровка в створе станции ЕАНЕТ Приморская.

Сравнивая линии зависимостей за каждые 5 лет, можно отметить постепенный сдвиг в сторону более низких расходов при одинаковом уровне воды в период с 2001 до 2015 гг. (рис. 1, а)). Одной из вероятных причин указанных изменений может являться изменение поперечного профиля реки. Однако в более поздние годы эти изменения либо не имеют единой тенденции (рис. 1, б)), либо различия отсутствуют (рис 1, а) – 2015 и 2020 гг.), что может говорить как о иных формах изменения русла, так и о стабилизации профиля створа. Также нельзя исключать дополнительные факторы, которые могут повлиять на снижение уровня расходов воды, таких, как например скорость потока.

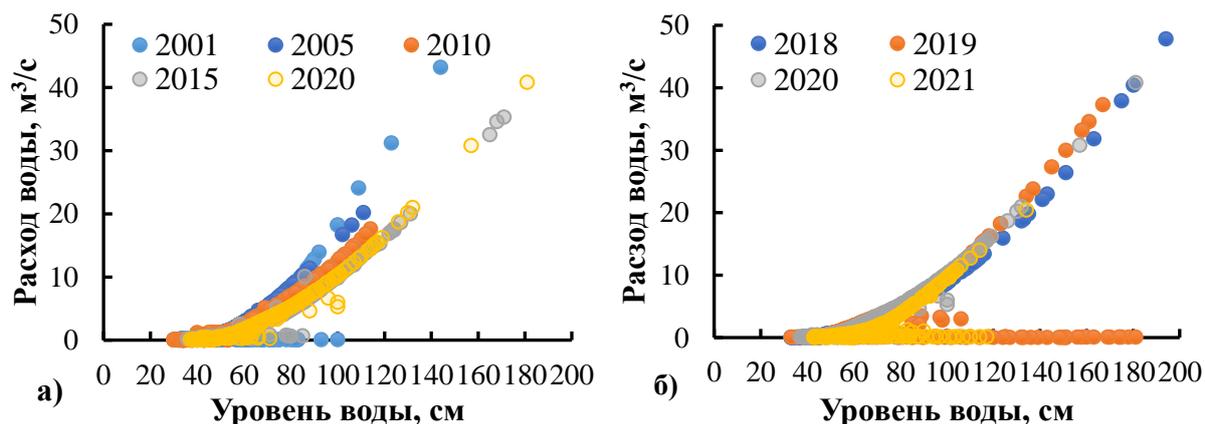


Рисунок 1 – Изменение зависимости расхода речного стока от уровня воды в реке Комаровка (станция ЕАНЕТ Приморская) за периоды 2001–2020 (а) и 2018–2021 (б)

Список использованной литературы:

Ide J.I., Nagafuchi O., Chiwa M., Kume A., Otsuki K., Ogawa, S. Effects of discharge level on the load of dissolved and particulate components of stream nitrogen and phosphorus from a small afforested watershed of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) // J. of Forest Research. – 2007. – Vol. 12(1). – P. 45–56.

ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ МОРЯ И ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ПО ДАННЫМ АЛЬТИМЕТРИИ И GRACE

Зотов Л.В.

Московский институт электроники и математики (МИЭМ) НИУ ВШЭ, г. Москва, Россия
lzotov@hse.ru

Используя космические данные сводной альтиметрии океанов, а также данные спутников GRACE по гравитационному полю Земли мы выделили региональные изменения и определили тренды в некоторых крупных городах и точках океана. Получены оценки скорости роста уровня моря и аномалий масс. Данные предварительно были обработаны Многоканальным Сингулярным Спектральным Анализом (МССА), позволяющим разделить тренды, годовые вариации и отфильтровать шумы. Работа выполнена совместно со студентами МИЭМ специальности компьютерная безопасность (СКБ 222, СКБ 223)

SL trend 1993-2022

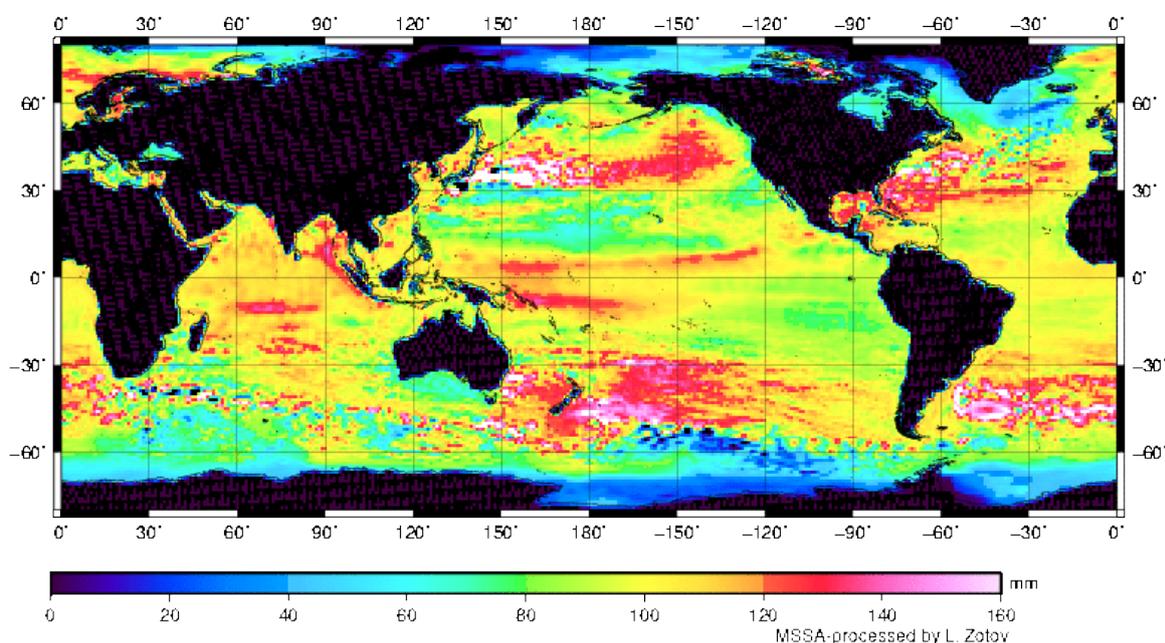


Рисунок 1 – Тренды изменения уровня моря по данным альтиметрии с 1993 по 2022 гг.

Список использованной литературы:

Зотов Л.В. Климатические процессы и вращение Земли. Монография. МИЭМ НИУ ВШЭ, Moscow. 2022. – 306 с. ISBN:978-5-600-03155-5

Zotov L., Scheplova E., MSSA of globally gridded OAM from ECCO, AAM from ECMWF, and gravity from GRACE, IEEE publications of DIPDMWC, 6–8 July 2016, Moscow. doi: 10.1109/DIPDMWC.2016.7529376

**ДИНАМИКА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Иванова А.А., Мирсаева Н.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
asya7496@gmail.com

Произведена оценка биоклиматических условий юго-восточной части Иркутской области на основе следующих показателей (Исаев, 2003): эффективно-эквивалентная температура (ЭЭТ), радиационно-эквивалентно-эффективная температура (РЭЭТ), нормально-эквивалентно-эффективная температура (НЭЭТ), индекс суровости погоды по Бодману (S), биологически активная температура (БАТ), индекс ветрового охлаждения Сайпла-Пассела (Н*), индекс ветрового (сухого) охлаждения Хилла (Нс). На основе срочных данных основных метеорологических параметров, размещенных на сайте ВНИИГМИ-МЦД для 4 метеостанций, расположенных в юго-восточной части Иркутской области (Жигалово, Давса, Иркутск, Большое Голоустное) в период с 1999 по 2021 гг. рассчитаны среднемноголетние значения биоклиматических индексов (табл. 1).

Таблица 1 – Среднемноголетние значения биоклиматических индексов

Месяц	ЭЭТ	РЭЭТ	НЭЭТ	БАТ	S	Н*	Нс
январь	-36,6	—	—	—	2,7	2,9	4,2
февраль	-31,4	—	—	—	2,6	2,6	4,0
март	-20,2	—	—	—	2,2	2,7	3,7
апрель	-7,4	6,1	1,1	9,8	—	—	—
май	0,7	12,6	7,6	15,1	—	—	—
июнь	6,4	17,1	12,1	18,7	—	—	—
июль	9,2	19,4	14,4	20,5	—	—	—
август	6,4	17,1	12,1	18,7	—	—	—
сентябрь	-2,0	10,4	5,4	13,3	—	—	—
октябрь	-12,2	—	—	—	1,6	2,6	3,0
ноябрь	-25,7	—	—	—	2,3	3,9	3,8
декабрь	-34,9	—	—	—	2,6	3,9	4,1

Наименьшие значения индексов наблюдаются на станции Давса, поэтому данный пункт является наиболее неблагоприятным для проживания и деятельности человека. Наибольшие значения отмечаются на станции Иркутск, что связано с обогревающим влиянием антропогенных факторов на климат территории.

ЭЭТ: биоклиматические условия холодного периода (с ноября по март) характеризуются как «очень холодно», «угроза обморожения»; теплого периода (с мая по сентябрь) – «умеренно прохладно» и «очень прохладно».

РЭЭТ и НЭЭТ: погодные условия, в среднем, можно описать как «дискомфортные».

БАТ: значения всего теплого периода находятся в границах комфорта.

S: зима характеризуется как «умеренно суровая» и «суровая».

Н* и Нс: отмечаются большие теплопотери для человека, холодный период характеризуется как «сильный дискомфорт».

Список использованной литературы:

Исаев А.А. Экологическая климатология / А.А. Исаев. – М: Научный мир, 2003. – 458 с.

**ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОВНЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД
НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

Китаев Л.М.¹, Аблеева В.А.²

¹ Институт географии РАН, г. Москва, Россия

² Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник,
пос. Данки, Россия
lkitaev@igras.ru

Основная задача проводимых исследований заключается в оценке неоднородности локальных изменений уровней грунтовых – для последующего применения в региональных обобщениях и верификации модельных алгоритмов. Получена амплитуда локальных изменений уровней грунтовых вод в холодный сезон года (ноябрь-апрель) – на характерных участках Приокско-Террасного заповедника в период 1991–2016 гг. В качестве метеорологического фона рассматривались декадные значения уровней грунтовых вод и снегозапасов, суточные температуры воздуха и осадков – для периода с устойчивым снежным покровом. Выявлена незначительная сезонная вариабельность уровней, не более 30 см, при малых различиях стандартного отклонения (0,100–0,140 м). Максимальные пространственные различия уровней соответственно рельефу составляет 3,7 м – между скважинами, расположенными в одной из высоких точек Заповедника (лесной массив с преобладанием лиственных пород) и открытым пространством, вблизи русла р. Ока. Для близко расположенных скважин (лесной массив с преобладанием хвойных пород) разница уровней лежит в диапазоне 1,5–1,8 м, также соответственно перепадам рельефа (см. таблицу 1). Сезонная динамика уровней грунтовых вод разных участков имеет тесную корреляционную связь (0,73–0,87). Многолетние изменения уровней грунтовых вод (коэффициенты линейного тренда 0,080–0,287 м/10 лет) происходят на фоне значимого многолетнего увеличения приземной температуры воздуха, осадков и снегозапасов. С использованием регрессионного анализа выявлен значимый вклад в многолетний ход уровней грунтовых вод изменчивости снегозапасов (прямая зависимость) и продолжительности периода с устойчивым снежным покровом (обратная зависимость). При этом, на участках с легкосуглинистыми почвами преобладает вклад снегозапасов, на участках со средне- и тяжелосуглинистыми почвами – продолжительность периода с устойчивым снежным покровом.

Таблица 1 – Многолетняя изменчивость сезонных уровней грунтовых вод (ноябрь-апрель)

Территория / скважина		Среднее (м)	Стандартное отклонение (м)	Коэффициенты линейного тренда (м/10 лет)
Лесные массивы с преобладанием хвойных пород	Скв. № 1	-6,30	0,135	0,138
	Скв. № 2	-4,79	0,146	0,090
	Скв. № 4	-6,45	0,096	0,042
	Скв. № 93	-4,60	0,097	0,079
Лесные массивы с преобладанием лиственных пород	Скв. № 95	-7,84	0,096	0,287
Открытые пространства	Скв. № 97	-4,16	0,288	0,224

Коэффициенты линейного тренда значимы на уровне 95%.

Работа выполнена при поддержке темы 0148-2019-0009 «Изменения климата и их последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России» Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук.

СВЕРХНОРМАТИВНЫЙ ВЫНОС ГЛАВНЫХ ИОНОВ С ВОДАМИ РЕКИ КУБАНЬ В АЗОВСКОЕ МОРЕ

Комаров Р.С.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону, Россия

KomarovRoman128@yandex.ru

Сток растворенных веществ является важнейшей гидрохимической характеристикой, отражающей сложные денудационные процессы на водосборе реки. Основной вклад в сток растворенных веществ вносит ионный сток, который является весьма непостоянным по длине р. Кубань и трансформируется со временем из-за колебаний водного стока, естественного или антропогенного изменения минерализации воды (Гидрология, 2010). Речной перенос химических веществ с водами Кубани может оказывать впоследствии влияние на формирование экологического состояния прибрежной зоны Азовского моря. Для того чтобы оценить объемы веществ, превышающие значения нормативного выноса, рассчитаны значения сверхнормативного выноса веществ, выражающиеся в процентах (РД 52.24.748-2010).

Сверхнормативный вынос главных ионов определен в соответствии с РД 52.24.748-2010 для ионов Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- и SO_4^{2-} , в пунктах режимных наблюдений рук. Кубань – г. Темрюк и рук. Протока – х. Слободка. Расчеты выполнены по гидрологическим и гидрохимическим данным государственной наблюдательной сети (ГНС) Росгидромета за период с 2008 по 2020 гг.

Значения нормативного выноса превышали только сульфаты. Объемы стока SO_4^{2-} изменялись от 415,1 до 812,8 тыс. т/год (при значениях нормативного стока от 347,1 до 747,4 тыс. т/год) на участке рук. Кубань – г. Темрюк и от 466,3 до 832,1 тыс. т/год (при значениях нормативного стока от 374,0 до 702,2 тыс. т/год) на участке рук. Протока – х. Слободка. Временная изменчивость сверхнормативного выноса сульфатов представлена на рисунке 1.

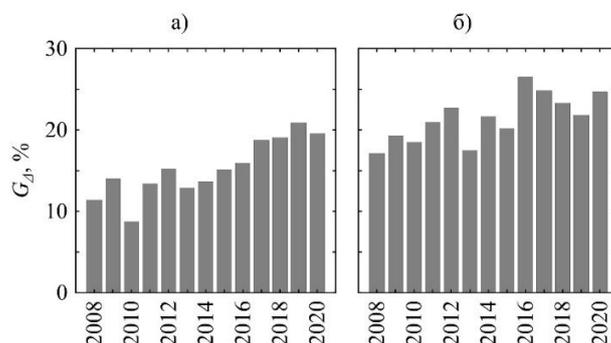


Рисунок 1 – Динамика сверхнормативного выноса сульфатов на участках а) рук. Кубань – г. Темрюк и б) рук. Протока – х. Слободка

Таким образом, можно сделать следующие выводы: через рук. Протока в Азовское море выносятся большие объемы сульфатов, превышающие нормативный сток – среднемноголетние значения сверхнормативного выноса сульфатов через рук. Кубань составили 15,3 %, для рук. Протока – 21,5 %; на двух исследуемых участках прослеживается тенденция к ежегодному увеличению сверхнормативных объемов выноса.

Список использованной литературы:

Гидрология дельты и устьевого взморья Кубани / под ред. В.Н. Михайлова, Д.В. Магрицкого, А.А. Иванова. – М.: ГЕОС, 2010. – 728 с.

РД 52.24.748-2010 Усовершенствованная методика определения выноса (переноса) загрязняющих веществ с речным стоком. – Ростов-на-Дону, 2010. – 60 с.

О ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КРЫМА К КОНЦУ XXI ВЕКА НА ОСНОВЕ ПРОЕКТА CORDEX

Лубков А.С., Журавский В.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
andrey-ls2015@yandex.ru

По последним данным Единой энергетической системы (ЕЭС) России установленная мощность солнечных и ветряных электростанций на территории России в настоящее время составляет около 1,6% от ЕЭС. Мощность, вырабатываемая ветряными электростанциями, за 3 года возросла более чем в 10 раз с 184 МВт в 2019 г. до 2036 МВт в августе 2022 г. и сравнялась с выработкой на солнечных электростанциях (https://www.soups.ru/fileadmin/files/company/reports/ups-review/2022/ups_review_0822.pdf). При этом к 2024 году в России планируется повысить вклад ветроэнергетики в ЕЭС до 3,4 ГВт. В то же время вопрос об определении рациональных территорий для размещения ветроэнергетических установок, в том числе на Крымском полуострове, на региональном масштабе окончательно не решен. Одна из проблем в этом вопросе – это отсутствие оценок будущих изменений скоростей ветра в Крыму с достаточным пространственным и временным разрешением, чему и будет посвящен этот доклад.

Для анализа будущих изменений ветроэнергетических ресурсов в исследовании использовались данные проекта CORDEX региональной климатической модели RegCM4.6, рассчитанной для пяти климатических моделирований семейства CMIP5 (CNRM-CERFACS-CNRM-CM5, ICHEC-EC-EARTH, MOHC-HadGEM2-ES, MPI-M-MPI-ESM-LR, NCC-NorESM1-M) сценария RCP8.5. Пространственное разрешение используемых данных – 12 км, временное разрешение – 3 часа. Корректировка данных осуществлялась параметрическим методом квантильного преобразования, аппроксимационной функцией распределения выбрано распределение Вейбулла. Скорость ветра на высоте 10 м экстраполировалась на среднюю высоту ступицы турбины (100 м) с использованием степенного закона: $U(z)/U(z_r) = (z/z_r)^a$, где U – скорость ветра на некоторой высоте z , z_r – высота, на которой известна скорость ветра (10м), a – эмпирический коэффициент.

Предварительные исследования, выполненные без корректировки данных на высоте 10м, в целом показали уменьшение скорости ветра для всего Крыма (рис.1). Подробные результаты исследования будут представлены на конференции.

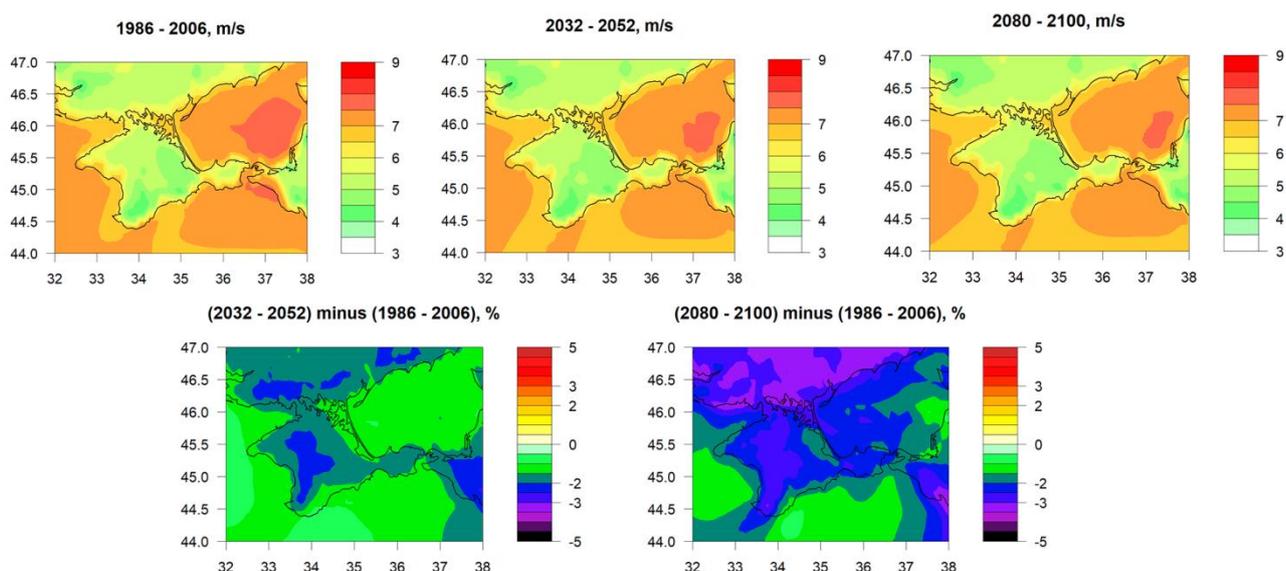


Рисунок 1 – средняя скорость ветра в исторический и 2 будущих временных периода (изображения сверху) и изменения скорости ветра к середине и концу XXI века, %

ПОДХОД К СТАТИСТИЧЕСКОЙ КОРРЕКТИРОВКЕ ДАННЫХ АТМОСФЕРНЫХ РЕАНАЛИЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ КРЫМСКОГО РЕГИОНА

Лубков А.С., Стефанович А.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
andrey-ls2015@yandex.ru

В сравнении со стационарными наблюдениями, которые обычно неравномерно распределены по пространству и нерегулярны по времени, реанализы обеспечивают регулярную пространственную и временную структуру данных. В тоже время такие ряды данных весьма сглажены, и исследователи часто сталкиваются с проблемой применения реанализов в регионах со сложными физико-географическими особенностями. Для изучения регионального климата требуются с одной стороны, регулярные по времени и достаточно подробные по пространству данные, в другой, эти данные должны учитывать особенности региона. Таким образом "сырые" данные реанализов не применимы для региональных исследований без предварительного уточнения. Можно выделить два основных подхода к уточнению данных: это региональное моделирование и статистическая корректировка. При этом моделирование может оказаться достаточно трудоемким процессом, так как для каждого региона необходимо производить параметризацию составляющих моделей.

В работе предложен подход к комбинированному использованию методов статистической корректировки данных. В основе подхода лежит параметрический метод квантильного преобразования. Суть подхода заключается в подборе аппроксимационной функции распределения корректируемой метеорологической характеристики. Подбор осуществлялся на основе сравнения каждого результата корректировки с эталонными данными для каждого месяца и срока отдельно. Корректировки подвергались данные реанализов, интерполированные в координаты метеостанций. Данные метеостанций, которые обычно ограничены по временному диапазону и не регулярны по времени наблюдения, принимались как эталонные. Они заранее были переведены к времени по Гринвичу (GMT) и был учтен переход на летнее время и обратно. Примеры корректировки данных реанализов о температуре, интерполированных в координаты нескольких метеостанций, представлен на рис. 1.

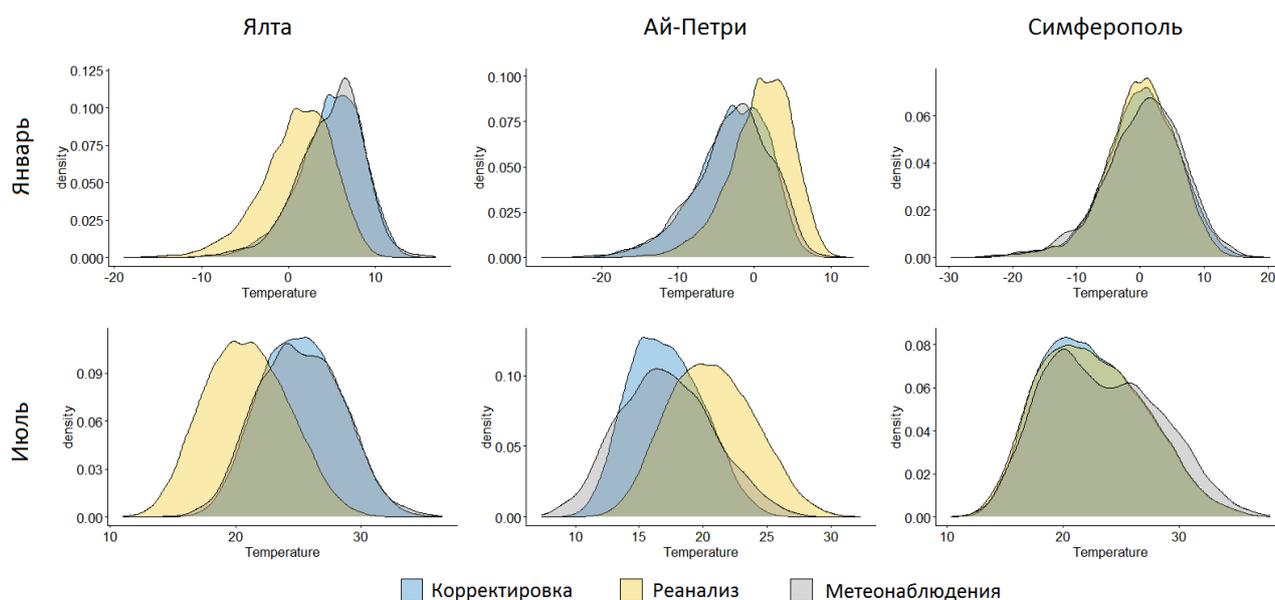


Рисунок 1 – Плотности распределения вероятностей температуры стационарных данных, рядов реанализов и скорректированных рядов для трех метестанций в Ялте, Симферополе и на Ай-петри в январе и июле

РОЛЬ ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ ВОЛН РОССБИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ТИПОВ ЛА-НИНЬЯ

Марчукова О.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем» г. Севастополь, Россия
olesjath@mail.ru

В образовании явления Ла-Нинья большой вклад вносят долгопериодные экваториальные волны Россби (ЭВР). В Тихом океане ЭВР распространяются в западном направлении с фазовой скоростью 0,4–0,6 м/сек. Возникают эти волны в июле и развиваются по декабрь. Длина ЭВР примерно составляет 1000–2000 км, а период – 20–40 дней. Механизм, вызывающий эти долгопериодные волны, представляет смешанную баротропно-бароклинную неустойчивость.

В работе рассмотрено изменение аномалий фазовых скоростей волн Россби с применением трехмесячной фильтрации в двух точках: в зоне Перуанского апвеллинга, соответствующего Восточно-Тихоокеанскому (ВТ) типу Ла-Нинья (точка №1, 86,5°з.д. и 7,5°ю.ш.), и центрально-экваториальной зоне, соответствующей Центрально-Тихоокеанскому (ЦТ) типу Ла-Нинья (точка №2, 159,5° з.д. и 2,5°ю.ш.). Фазовые скорости ЭВР рассчитывались по данным о температуре воды и солёности океанического реанализа NCEP GODAS с помощью программного пакета Gibbs SeaWater (GSW) Oceanographic Toolbox в Matlab.

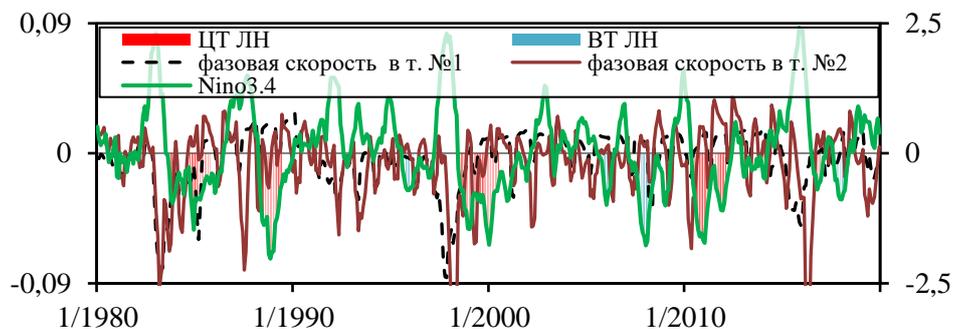


Рисунок 1 – Временной ход индекса Nino3.4 (°C) по данным HadISST и аномалий фазовых скоростей ЭВР (м/сек) по данным NCEP/GODAS с применением трехмесячной фильтрации в т. №1 (86,5°з.д., 7,5°ю.ш.) и в т. №2 (159,5° з.д., 2,5°ю.ш.). Гистограммами отмечены периоды событий ВТ (голубая заливка) и ЦТ (красная заливка) типов Ла-Нинья

При ЦТ Ла-Нинья аномалии фазовых скоростей волн Россби более выражены в точке №2, чем в точке №1 (рис. 1). Однако если более детально рассмотреть изменение характеристик ЭВР в точке №2 в периоды последовательных ЦТ типов Ла-Нинья, таких как 1983–1984 и 1984–1985, 1998–1999 и 1999–2000, 2010–2011 и 2011–2012, то можно увидеть, как между этими событиями присутствует отрицательная аномалия фазовой скорости волн Россби. Это указывает на увеличение концентрации хлорофилла «А», вследствие образованного центрально-экваториального апвеллинга. Увеличение концентрации хлорофилла приводит к ослаблению самих ЭВР из-за модуляции солнечной радиации в верхних слоях океана. Далее, ослабление ЭВР способствует уменьшению меридионального переноса тепла на экватор, что уменьшает прогревание отрицательной аномалии температуры воды в восточно-экваториальной части Тихого океана. В результате образуется второе событие Ла-Нинья, немного смещенное на восток, но с максимально-отрицательной аномалией воды в центре, вследствие чего фазовая скорость ЭВР снова увеличивается (рис. 1). При ВТ типе Ла-Нинья положительные аномалии фазовых скоростей волн Россби в точке №2 в два раза меньше, чем при ЦТ типе. Это доказывает, что при ВТ типе Ла-Нинья центрально-экваториальный апвеллинг не образуется.

ПРОЯВЛЕНИЯ ЛА-НИНЬЯ В ЕВРОПЕЙСКОМ РЕГИОНЕ: ЛА-НИНЬЯ 2020–2021 И ЕГО НАБЛЮДАЕМЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ

Марчукова О.В., Лубков А.С., Воскресенская Е.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
olesjath@mail.ru

В октябре 2020 г. ВМО объявила о развитии явления Ла-Нинья, которое, как ожидалось, должно было продлиться до следующего года и повлиять на температуру воздуха, количество осадков и характер траектории движения циклонов. По индексу Nino3.4 холодное событие началось в сентябре 2020 г. (аномалия ТПО= $-0,59^{\circ}\text{C}$), а закончилась спустя восемь месяцев в апреле 2021 г. (рис. 4.3.1). Максимальная фаза развития Ла-Нинья 2020–2021 пришлась на октябрь–декабрь, а интенсивность события составила $-1,12^{\circ}\text{C}$. Из рис. 1 видно одно из типичных пространственных расположений аномалии ТПО в период максимального развития Ла-Нинья: событие можно отнести к восточно-тихоокеанскому (ВТ) типу. Это также подтверждается по методу (Yeh, 2009), поскольку осредненная аномалия ТПО за октябрь–декабрь в районе Nino3 достигла $-0,9^{\circ}\text{C}$, что больше по модулю аномалии чем в районе Nino4 ($-0,7^{\circ}\text{C}$).

Сформировавшаяся тихоокеанская аномалия в системе океан-атмосфера находит свой региональный отклик. Из (Lubkov, 2020) известно, что наиболее значимые отклики в аномалиях температуры воздуха в годы ВТ типа Ла-Нинья характерны для сентября, октября, февраля и марта в Атлантико-Европейском регионе. При этом осенние отклонения температуры от средней нормы положительные, а зимние и весенние — отрицательные. Все статистически-значимые аномалии температуры воздуха, за исключением аномалий, наблюдаемых в марте, приведенные в работе (Lubkov, 2020), оправдались. При этом в Севастополе, Москве, Киеве и ряде других городов октябрь 2020 года стал самым теплым за всю историю наблюдений.

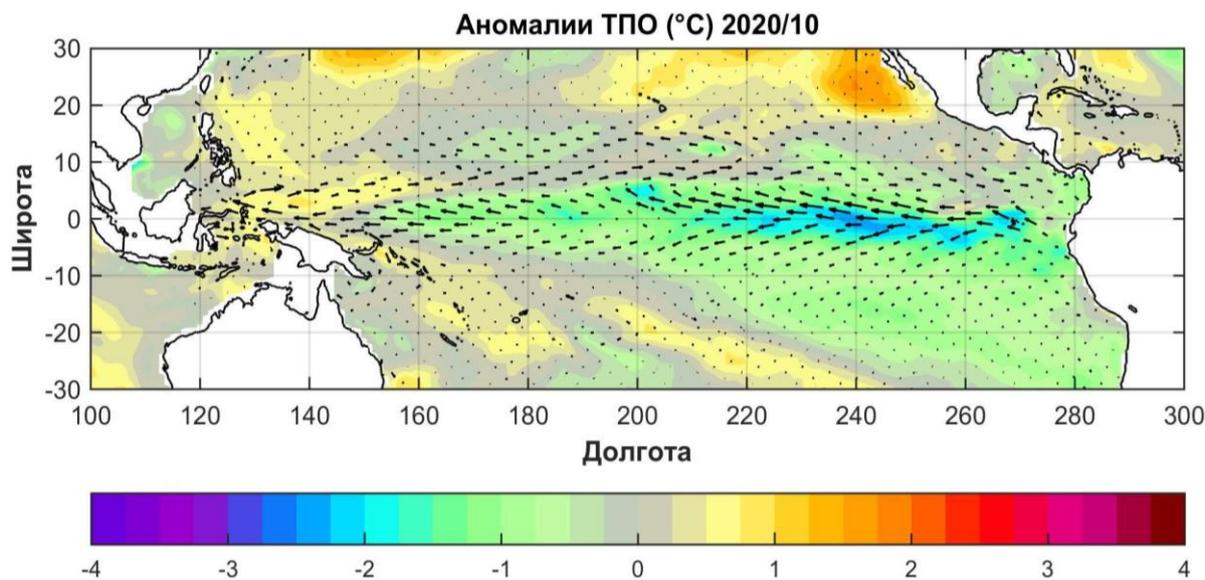


Рисунок 1 – Распределение аномалий температуры воды, направлений и скоростей течений на глубине 5 м для октября 2020 г. по данным реанализа NCEP/GODAS

Список использованной литературы:

Yeh S.-W., Kug J.-S., Dewitte B., Kwon M.-H., Kirtman B. P., Jin F.-F., 2009. El Niño in a changing climate // Nature. V. 461. P. 511–514. DOI: 10.1038/nature08316.

Lubkov A.S., Voskresenskaya E.N., Marchukova O.V., Evstigneev V.P. European temperature anomalies in the cold period associated with ENSO events // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2020. V. 606 P. 012031. doi:10.1088/1755-1315/606/1/012031

ПРОЯВЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В АНОМАЛИЯХ ЧЕРНОМОРСКИХ И СРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ ЦИКЛОНОВ

Маслова В.Н., Воскресенская Е.Н., Лубков А.С., Юровский А.В., Журавский В.Ю.
ФГБНУ «Институт природных и технических систем», г. Севастополь, Россия

Циклоны в Черноморско-Средиземноморском регионе получены на основе 6-часовых данных высоты геопотенциальной поверхности 1000 гПа реанализа NCEP/NCAR за 1951–2017 годы методами объективной идентификации и трекинга. На первом этапе работы были определены сезоны или месяцы с наиболее сильной корреляцией частоты циклонов в Черноморском регионе, западном и восточном Средиземноморье с индексами основных глобальных и региональных колебаний. На втором этапе для этих сезонов или месяцев получены и проанализированы композитные карты климатических полей, частоты и средних траекторий циклонов над Атлантико-Европейским регионом для разных фаз колебаний. Композитные карты построены для положительных и отрицательных фаз колебаний на основе их ранжированных индексов (по 15 лет для максимального и минимального индекса).

Наибольший отклик в частоте циклонов в регионе получен на региональный сигнал Средиземноморское колебание в зимний и весенний сезоны, отрицательный для западного Средиземноморья и положительный для восточного Средиземноморья и Черноморского региона. Композитные климатические поля весной для разницы фаз (положительная минус отрицательная) характеризуются на западе Черноморско-Средиземноморского региона положительными аномалиями высотных термобарических полей, температуры поверхности моря, осадков, северо-восточными аномалиями высотного ветра и более южными средними траекториями циклонов, а на востоке региона – противоположными аномалиями.

Среди межгодовых колебаний наибольший отклик частоты циклонов обнаружен для Арктического колебания, которое включает изменчивость Североатлантического колебания. Увеличение частоты циклонов происходит при отрицательной фазе Арктического колебания в связи с активизацией западных и юго-западных средних траекторий циклонов относительно региона, большими температурными градиентами с юго-востока на северо-запад и юго-восточными и южными аномалиями высотного ветра.

Восточноатлантическое/Западнороссийское колебание, Скандинавское колебание и Полярное/Евразийское колебание, которые связаны с блокирующими ситуациями в разных частях Европы и развитием меридиональных процессов в регионе, характеризуются увеличением частоты циклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе весной в положительные фазы Скандинавского колебания и Полярного/Евразийского колебания и в декабре в отрицательную фазу Восточноатлантического/Западнороссийского колебания.

Южное колебание характеризуется положительными синхронными проявлениями в марте в циклонах западного Средиземноморья. Кроме того, показано, что при анализе региональных проявлений важно учитывать асинхронные связи и различные типы событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Синхронные проявления междесятилетних колебаний, Атлантической междесятилетней осцилляции и Тихоокеанской десятилетней осцилляции, были обнаружены в циклонах в весенние месяцы. Однако применяемый подход композитного анализа фактически оценивает межгодовую изменчивость и в дальнейшем при сравнении проявлений фаз междесятилетних колебаний планируется получить композиты, основанные не на ранжированных индексах, а на непрерывном диапазоне лет, соответствующем определенной междесятилетней фазе.

Показано, что межгодовые тихоокеанские колебания, такие как Тихоокеанско-Североамериканское колебание, Западнотихоокеанское колебание и Восточнотихоокеанское-Северотихоокеанское колебание, а также колебание Тропики/Северное полушарие, являются перспективными для дальнейшего изучения механизмов влияния посредством атмосферных мостов и асинхронных проявлений в циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе.

ОЦЕНКА СУХИХ ВЫПАДЕНИЙ АТМОСФЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В РАЙОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Мищенко К.И.¹, Трифонова-Яковлева А.М.^{2,3}, Громов С.А.^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

²ФГБУ «Институт географии РАН», г. Москва, Россия

³ФГБУ «Институт глобального климата и экологии», г. Москва, Россия
misikir@yandex.ru

Сеть мониторинга кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ) действует с 2000 г. на территории 13 стран Азиатского континента. В России наблюдения по программе ЕАНЕТ проводятся на 4 станциях, одна из которых – региональная станция Листвянка, расположена на берегу оз. Байкал в границах Байкальской природной территории. Для оценки общих выпадений кислотообразующих веществ из атмосферы проводятся регулярные наблюдения за содержанием их соединений в воздухе и осадках. Расчет сухого осаждения реализуется с использованием «скорости сухого осаждения» при параметризации процессов выпадения, широко применяемой для оценки величины потоков (Громов и др., 2018).

Используемые материалы и методы. Для расчета потоков сухого осаждения использовались данные наблюдений за концентрациями атмосферных азотных соединений на станции ЕАНЕТ Листвянка и ежедневные данные о метеорологических параметрах с метеостанций Исток Ангары и Иркутск за 2020 год. Для дополнения пропусков и отсутствующих исходных данных нами была найдена информация из общедоступных баз метеорологических и спутниковых наблюдений. Ежечасная форма рядов значений была подготовлена путем аппроксимации, в том числе, с помощью математических формул описания суточного хода метеоэлементов. Расчеты производились средствами MS Excel и с использованием специализированного программного обеспечения (ПО), реализующего методику «Руководства по расчету потока сухого осаждения в Восточной Азии (программа ЕАНЕТ)».

Результаты. Рассчитаны величины сухого осаждения атмосферных соединений азота, представленных в виде азотной кислоты (HNO_3), аммиака (NH_3), аммония (NH_4) и нитратов (NO_3). Месячный поток азота в 2020 году достигает $0,008 \text{ г/м}^2$ в виде HNO_3 , варьирует от $0,003$ до $0,09 \text{ г/м}^2$ в виде NH_3 , достигает $0,003 \text{ г/м}^2$ в составе NH_4 и не превышает $0,001 \text{ г/м}^2$ в составе NO_3 (рис. 1). Общее сухое выпадение соединений азота за 2020 год в районе станции ЕАНЕТ оценивается в $0,27 \text{ г/м}^2$, при этом на долю аэрозолей приходится около 2% (рис. 2).

Дискуссия. Сравнение с данными мониторинга станции ЕАНЕТ показало, что полученные годовые потоки сухого осаждения азота примерно вдвое выше выпадений с осадками. Анализ ежедневных данных демонстрирует, что процедуры расчета требуют уточнения некоторых внутренних параметров параметризации в ПО, которые не могут быть заданы универсальными для всего региона ЕАНЕТ.

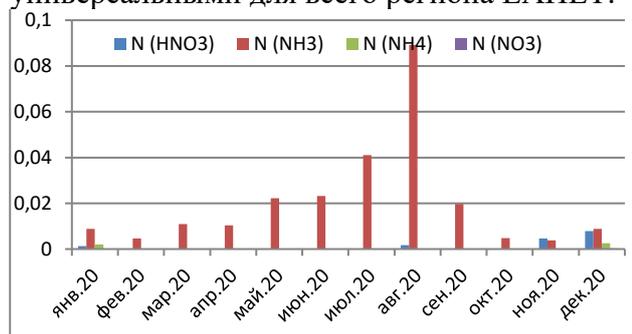


Рисунок 1 – Месячный поток сухого осаждения атмосферных соединений азота (в ед. азота), $\text{г/м}^2/\text{мес}$.

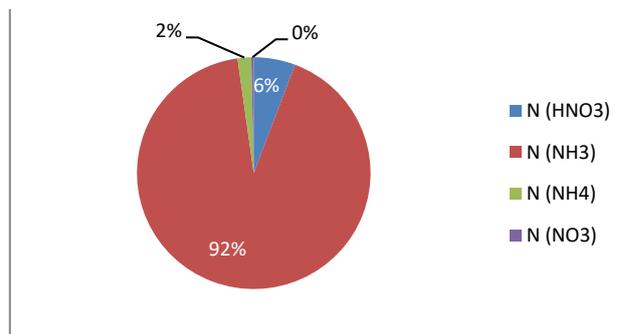


Рисунок 2 – Вклад соединений азота в суммарный поток сухого осаждения азота за год

Список использованной литературы:

Громов С.А., Жигачева Е.С., Покровский Д.Д. Оценка сухих выпадений соединений серы и азота из атмосферы в Приокско-Террасном биосферном заповеднике по данным наблюдений станции ЕМЕП / Экологические системы и приборы, М: Научтехлитиздат, 2018, № 2, С. 10–17.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВЯЙСЯЛЯ-БРЕНТА
В ЦИКЛОНАХ И АНТИЦИКЛОНАХ**

Новоселова Е.В.¹, Белоненко Т.В.¹, Жмур В.В.²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

² Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия
e.novoselova@spbu.ru

В данной работе исследуются изменения частоты Вяйсяля-Брента, вызванные мезомасштабными вихрями различной полярности. Район исследования – Лофотенская котловина Норвежского моря. Для анализа используются данные океанического реанализа GLORYS12V1 за 10 июня 2010 г. Рассматриваются два вихря: квазипостоянный антициклон – Лофотенский вихрь (ЛВ), расположенный в центре котловины, и циклон, расположенный юго-восточнее ЛВ. Вычисляются характеристики вихрей, исследуются профили и вертикальные разрезы частоты Вяйсяля-Брента. Растяжение или сжатие по вертикали элементарных жидких объемов приводит к изменениям частоты Вяйсяля-Брента. В данной работе рассматривается воздействие мезомасштабных вихрей океана на перестройку частоты Вяйсяля-Брента, которая возрастает при усилении стратификации морской воды и уменьшается в слабостратифицированных водах. Наличие вихрей приводит к деформации и смещению изопикн, которые в покоящемся океане при отсутствии вихрей представляют собой горизонтальные поверхности, причем наиболее сильной деформации будут подвергаться те части изопикнических поверхностей, которые попали внутрь вихревого ядра или находятся вблизи него.

Было показано, что изопикны в циклонах и антициклонах деформируются в среднем в противоположных направлениях. Циклонические вихри сближают изопикны, втягивая ближние внешние изопикны внутрь вихревого ядра, в то же время антициклонические вихри раздвигают изопикны друг от друга. Последнее приводит к увеличению частоты ВБ в вихревом ядре циклона и соответствующему ее уменьшению в антициклоне. Показано, что аномалии частоты ВБ относительно фоновой частоты положительны в ядре циклона и отрицательны в ядре антициклона (Zhmutg и др., 2021; Жмур и др., 2021; Жмур и др., 2022).

Публикация выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-27-00004.

Список использованной литературы:

Zhmutg V. V., Novoselova E. V., Belonenko T. V. Peculiarities of Formation the of Density Field in Mesoscale Eddies of the Lofoten Basin: Part 1 // *Oceanology*. 2021. 61(6). P. 830–838. DOI: 10.1134/S0001437021060333.

Жмур В. В., Белоненко Т. В., Новоселова Е. В. Особенности формирования поля плотности в мезомасштабных вихрях Лофотенской котловины. Часть 2 // *Океанология*. 2022. 62(3). С. 341–356. DOI: 10.31857/S0030157422030170.

Жмур В. В., Новоселова Е. В., Белоненко Т. В. Потенциальная завихренность в океане: подходы Эртеля и Россби с оценками для Лофотенского вихря // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2021. 57(6). С. 721–732. DOI: 10.31857/S0002351521050151.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СЕЗОНОВ ГОДА В Г. САРАТОВЕ

Ормели Е.И., Пряхина С.И.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия
meteokatenok@mail.ru

Оценка влияния глобального потепления климата на природно-экономический потенциал территории, состояние и продуктивность сельскохозяйственной экосистемы является главной приоритетной задачей современной науки. Саратовский регион – один из основных регионов по производству зерновых культур в стране, находится в зоне негарантированного и неустойчивого земледелия, что обусловлено в первую очередь погодным фактором. Поэтому своевременный мониторинг климатических изменений на региональном уровне позволит дать объективную количественную оценку адаптации аграрного сектора к ожидаемым изменениям.

В основу исследований климатических сезонов года положен ежедневный метеорологический материал по станции Саратов ЮВ за 1941–2022 гг. В годовой динамике природных процессов изучаемой территории выделено четыре четко-выраженных сезона. Продолжительность летнего и зимнего сезонов составляет 4,5–5 месяцев, осеннего и весеннего – около месяца (Пряхина, 2018). Авторами рассчитаны даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0, 5, 10 °С, и определена продолжительность каждого климатического сезона в днях (табл. 1).

Таблица 1 – Средние многолетние даты перехода среднесуточной температуры воздуха через определенные пределы и продолжительность периодов (дни) с температурой выше указанных пределов, по станции Саратов ЮВ за 1941–2022 гг.

Период	Пределы температуры воздуха					
	0		5		10	
Дата перехода	12 XI	26 III	10 IV	23 X	22 IV	3 X
Число дней	133		196		165	

Зимний период в регионе соответствует устойчивым среднесуточным температурам воздуха ниже 0°С. Переход температуры воздуха через 0°С осенью сдвинулся на более поздние сроки и приходится на 12 ноября (норма 6 ноября), весной – на более ранние – 26 марта (норма 2 апреля). Таким образом, продолжительность зимы сократилась на 15 дней по сравнению с климатической нормой и составляет в среднем 133 дня (норма 148 дней). В последние два десятилетия (2000–2010 гг., 2011–2020 гг.) отмечались самые короткие зимы, средняя продолжительность которых за десятилетие составила соответственно 119 и 123 дня.

Устойчивые среднесуточные температуры воздуха выше 10°С характеризуют летний период. Продолжительность летнего сезона на 12 дней превысила климатическую норму и составила в среднем 165 дней, что соответствует длинному периоду вегетации. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через плюс 10°С весной наблюдается 22 апреля (норма 27 апреля), осенью – 3 октября (норма 28 сентября).

Стабильность производства высококачественного зерна напрямую зависит от выполнения в срок всех полевых работ (обработка почвы, подбор культур, посев, уборка урожая), что в свою очередь обеспечивает ведущие позиции экономического сектора региона.

Список использованной литературы:

Пряхина С.И. Ормели Е.И. Агроклиматическая характеристика сезонов года Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая Серия. Серия: Науки о Земле. Том 18. Выпуск 4. 2018. – С. 243–247.

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ЗИМНЕГО ПЕРИОДА В САРАТОВСКОМ РЕГИОНЕ ЗА 2010–2020 ГГ.

Ормели Е.И., Салманов М.А., Кукош А.С.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия
myrad.salmanov01@mail.ru

Оценка современного изменения климата на территории Саратовской области за 1941–2020 гг. показала, что основной вклад в региональное потепление вносит рост температуры воздуха в холодный период года (Пряхина, Ормели, 2018). В работе проанализированы колебания температуры воздуха и представлена оценка изменения количества осадков в зимний период за 2010–2020 гг. по данным пяти метеорологических станций региона: Хвалынский, Балашов, Саратов, Ершов, Александров Гай. В основу исследований положен ежедневный метеорологический материал архива данных ВНИИГМИ-МЦД. Зима на территории области наступает при устойчивом переходе температуры воздуха ниже 0°C в осеннее время и продолжается до устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C в сторону положительных значений весной. Средняя продолжительность зимы в регионе изменяется от 145 дней на юге территории до 154 – на севере.

В таблице 1 представлены средние месячные значения температуры воздуха за ноябрь–март в сравнении с климатической нормой. По рассматриваемым станциям во все месяцы отмечается превышение средних значений температуры над нормой на 1,5–2°C, в декабре в Правобережье превышение достигает 3,3–4,1°C.

Таблица 1 – Средняя многолетняя температура воздуха по станциям Саратовской области за 2010–2020 гг.

Станция	Ноябрь		Декабрь		Январь		Февраль		Март	
	Тср° С	Норма	Тср° С	Норма	Тср° С	Норма	Тср° С	Норма	Тср° С	Норма
Хвалынский	-0,8	-2,6	-4,5	-8,6	-9,5	-12,8	-9,1	-11,9	-2,6	-5,8
Балашов	0,1	-1,5	-4,4	-7,6	-9,3	-10,6	-7,3	-10,4	-1,8	-4,6
Саратов	0,3	-2,0	-5,0	-8,3	-8,6	-11,0	-7,8	-11,4	-1,7	-4,8
Ершов	-0,9	-2,5	-6,6	-9,2	-10,3	-12,9	-9,9	-12,4	-3,4	-6,3
Ал. Гай	-0,3	-1,7	-6,0	-8,3	-9,6	-12,7	-9,4	-12,1	-2,0	-4,9

За последнее десятилетие наблюдается рост осадков в холодный период (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя многолетняя сумма осадков по станциям Саратовской области за 2010–2020 гг.

Станция	Ноябрь		Декабрь		Январь		Февраль		Март	
	мм	Норма	мм	Норма	мм	Норма	мм	Норма	мм	Норма
Хвалынский	31,0	38,0	35,1	35,0	56,5	32,0	43,4	25,0	37,6	26,0
Балашов	34,6	40,0	51,7	41,0	54,9	33,0	36,2	29,0	35,9	28,0
Саратов	38,4	37,0	42,7	36,0	60,6	32,0	40,2	26,0	38,6	28,0
Ершов	28,8	37,0	29,7	30,0	30,4	26,0	23,5	21,0	34,5	22,0
Ал. Гай	21,0	32,0	32,4	29,0	30,0	25,0	23,4	21,0	29,5	20,0

В Правобережье региона количество осадков за ноябрь–март увеличилось на 40–60 мм, в Левобережье – на 10 мм.

Список использованной литературы:

Пряхина С.И. Ормели Е.И. Агроклиматическая характеристика сезонов года Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая Серия. Серия: Науки о Земле. Том 18. Выпуск 4. 2018. – С. 243–247.

**ПОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА
КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПРОЕКЦИЙ БАССЕЙНА НИЖНЕГО ДОНА**

Парфенова А.В.^{1,2}, Кулыгин В.В.²

¹ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

²ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», г. Ростов-на-Дону, Россия
annparfenowa@mail.ru

Динамика климата оказывает существенное влияние на экономику многих регионов. Для оценки будущих изменений с целью подготовки планов адаптации используют глобальные климатические модели или их эмуляторы. Они предназначены для исследования последствий, связанных с некоторыми заранее заданными сценариями динамики концентрации парниковых газов. Однако выходные данные этих моделей имеют грубое пространственное разрешение и поэтому часто не учитывают региональные особенности. Особенно сильно это проявляется для горных и прибрежных регионов. Для повышения качества работы климатических моделей используют процедуру регионализации.

В настоящей работе представлены результаты первого этап подготовки к процедуре регионализации – построения полей распределений метеохарактеристик для бассейна Нижнего Дона. Это регион с развитой транспортной и хозяйственной инфраструктурой. С 2007 г. здесь наблюдается маловодный период, что привело к ограничениям в судоходстве и отразилось на экономике региона.

Для построения полей распределения метеопараметров использовался метод геостатистической интерполяции *ordinary kriging*. Размер ячеек целевой сетки равен 30 на 30 км. Интерполяция производилась с помощью инструментов QGIS 3.20.2.

В качестве материалов использовались данные метеостанций из базы данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мирового центра данных (*meteo.ru*). Всего было отобрано 36 метеостанции на территории РФ. Период исследования составил 1960–2020 гг.

В результате интерполяции для каждого месяца каждого года из рассматриваемого периода были созданы сеточные области по четырем метеопараметрам: среднемесячная температура воздуха, суммарные атмосферные осадки, средняя скорость ветра и относительная влажность воздуха.

Анализ построенных полей позволил сделать следующие выводы.

Для полей температуры воздуха в холодный период наблюдается повышение значений в среднем на 1°С со смещением в восточном направлении. В теплый период года изменения температур менее значимы.

Поле средней скорости ветра в течение года однообразно, наблюдается общая тенденция уменьшения средней скорости ветра (в среднем на 1 м/с за период исследования), причем в холодный период года это сокращение существеннее (в среднем на 1,2 м/с).

Поля осадков достаточно хорошо иллюстрируют изменения по годам: наблюдается существенное уменьшение количества осадков в теплый период, в холодный период года можно заметить обратную тенденцию — незначительное повышение.

Для полей относительной влажности зафиксировано незначительное увеличение значений.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШКВАЛИСТЫХ ПОРЫВОВ ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ

Пачулия Э.В.¹, Экба Я.А.^{1,2}

¹Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия

²Институт экологии АНА, г. Сухум, Абхазия
pachuliya-97@mail.ru

Шквалы, скорость ветра при которых достигает 25 м/с и более, а в случае катастрофических – 33 м/с и более, относятся к опасным явлениям погоды. В последнее двадцатилетие увеличилась повторяемость таких явлений, в т.ч. и в Абхазии. Материальный ущерб за счет таких явлений может исчисляться десятками и сотнями миллионов рублей, затрагивая многие области человеческой деятельности. Иногда шквалы приводят к гибели людей. В связи с этим важной задачей для практики является своевременное предупреждение о возникновении таких опасных явлений.

Сложный механизм и внезапность возникновения, трудности в учете процессов разного масштаба, кратковременность и локальность в пространстве, неточность измерения и косвенного определения скорости ветра при шквале, а также недостаточно высокое разрешение сети метеорологических и аэрологических наблюдений предопределяют трудности исследования шквалов. Прогнозировать такие явления с большой заблаговременностью, детализацией интенсивности и локализацией по площади очень сложно. В результате многолетних исследований ученых разных стран выработана концептуальная модель физических процессов формирования шквалов, в которой главным фактором возникновения нисходящего шквального потока до сих пор считается энергия неустойчивости. Изучены основополагающие синоптические и метеорологические условия возникновения шквалов. На практике, как правило, используются не автоматизированные методы прогноза шквалов, не отвечающие современному уровню технологий, т.е. очень неудобные в применении в условиях полной автоматизации многих процессов прогнозирования погоды. Существенное уточнение прогнозов шквалов осуществляется за счет использования сети автоматизированных метеостанций (АМС), применяемых на территории Абхазии в течении более 10 лет. Сеть АМС позволяет фиксировать большее количество опасных явлений погоды, выявить с учётом регулируемой дискретности измерений динамику основных параметров: давления, температуры, влажности.

В связи с вышесказанным можно утверждать, что любое новое исследование шквалов и разработка методов их прогноза является как важной задачей для практики, так и актуальным научным исследованием.

Список использованной литературы:

Ахсалба А.К., Пачулия Э.В., Ветровой режим атмосферы на территории Абхазии. Материалы V Международной научно-практической конференции. Ч. Изд-во «ИП Кучеренко В.О.». Майкоп, 2019. С.95–102.

Braginsky A.Y. Plane vortex motion of a continuous medium. Description of air rotation in cyclones and anticyclones. *Z. Angew. Math. Phys.* 70, 177 (2019).

Экба Я.А., Ахсалба А.К., Физическая экология атмосферы. Сухум «Академия» 2018. – 431 с.

«КЛАЙМЕТГЕЙТ» И ПОЛИТИКО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Пекарникова М.Е.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
pekarnikowa@mail.ru

Вследствие глобального характера проблемы изменений климата и последствий таких изменения, эффективное ее решение возможно только путем объединения усилий всего мирового сообщества и согласования совместных действий по контролю над антропогенной эмиссией парниковых газов и аэрозолей. Из-за экономической составляющей и чрезмерной политизированности проблемы такое согласование представляет собой исключительно сложную задачу. Одним из ярких примеров политизированности международной деятельности по контролю над климатическими изменениями стал скандал, вошедший в историю как «клайметгэйт». Он начался в ноябре 2009 г., когда была опубликована конфиденциальная переписка директора климатического научно-исследовательских подразделения Университета Восточной Англии (the Climatic Research Unit-CRU at the University of East England) профессора Ф. Джонса с коллегами, в которой профессор нелицеприятно отзывался о противниках концепции глобального потепления антропогенного происхождения и предлагал всячески препятствовать опубликованию их точки зрения в ведущих научных журналах. Этому предшествовало неоднократное обращение различных частных лиц к Ф. Джонсу с просьбой предоставить данные его климатических исследований, в том числе первичную информацию о приземной температуре и программный код, используемый сотрудниками CRU для обработки глобальной базы данных о приземной температуре. Нашлось довольно много энтузиастов, желающих проверить правильность обработки этой информации в CRU и справедливость полученных на ее основании выводов о наличии глобального потепления. После отказа очередному энтузиасту предоставить требуемую информацию почтовый ящик профессора был взломан хакерами и вся его частная переписка стала общедоступной (Полонский, 2020). Рассматривая систему правового регулирования обеспечения безопасности и защиты персональных данных Великобритании, где произошло это событие, необходимо отметить, что Соединенное Королевство имеет должным образом оформленную правовую защиту интеллектуальной собственности. Директивы Европейского парламента и Совета ЕС, ратифицированные Великобританией, в частности, Директива 2002/58/ЕС от 12 июля 2002г. провозглашают, что провайдер общедоступных услуг электронной связи должен предпринять необходимые технические и организационные меры для обеспечения безопасности своих услуг (Директива, 2002). Однако в случае с «клайметгэйтом» провайдер общедоступных услуг электронной связи не предпринял необходимые технические и организационные меры для обеспечения безопасности предоставляемых услуг, вследствие чего частная переписка «просочилась» в сеть. Несмотря на незаконный характер действий хакеров, полученная ими информация имела широкий общественный резонанс и ее обсуждение привело к далеко идущим последствиям. В настоящем докладе проанализированы история возникновения, развития, а также политико-правовые аспекты «клайметгейта». Основной вывод работы сводится к тому, что «клайметгейт» (относящийся к 2009–2010 гг.) лишний раз подтверждает огромное внимание различных общественных и финансово-промышленных групп, политиков и бизнесменов к антропогенным изменениям климата и контролю за выбросами парниковых газов. Сегодня этот вывод не менее актуален.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС № госрегистрации 121122300074-7.

Список использованной литературы:

Полонский А.Б. Изменения климата: мифы и реальность. Севастополь: ИПТС, 2020. – 223 с.

Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2002/58/ЕС от 12 июля 2002 г. (Директива о конфиденциальности и электронных средствах связи) // <http://base.garant.ru>

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ В XIX-XXI ВЕКАХ
Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Мирсаева Н.А., Николаев А.А., Исмагилов Н.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
urereved@kpfu.ru

Рассмотрены долговременные изменения приземной температуры воздуха (ТВ) на территории Северной Евразии на фоне климатических изменений, происходящих в Северном полушарии в XIX-XXI веках в развитие ранее выполненных работ (Переведенцев, 2019; Переведенцев, 2021). В период 1950–2020 гг. пространственно-временные особенности поведения ТВ оценивались в слое атмосферы до высоты 80 км, что позволило выявить основные очаги потепления и похолодания в тропо-стратосфере. Дополнительно дан анализ динамики сезонных перестроек циркуляции атмосферы в средней и нижней стратосфере с 1960 по 2020 гг.

В качестве исходного материала использовались данные университета Восточной Англии (данные CRU) за 1850–2021 гг., данные метеостанции Казань, университет (1828–2021 гг.), данные реанализа о температуре воздуха и геопотенциале с разрешением $1^\circ \times 1^\circ$ на 51-й изобарической поверхности.

Для территории России и её 9-и квазиоднородных климатических районов в целом рассчитывались основные статистические характеристики, коэффициенты линейного тренда (КНЛТ). Сглаживание рядов произведено с помощью низкочастотного фильтра Поттера с точкой отсечения 20 лет. Оценивались коэффициенты корреляции между колебаниями ТВ и индексами атмосферной циркуляции АО, NAO, EAWR, SCAND.

К числу основных выводов можно отнести:

1. В зимний период в 1950–2020 гг. у поверхности Земли в среднем по всей территории РФ ТВ росла со скоростью $0,38^\circ\text{C}/10$ лет, особенно в ЕЧР ($0,5^\circ\text{C}/10$ лет). Летом КНЛТ для РФ составил $0,2^\circ\text{C}/10$ лет. Наибольшая скорость роста ТВ ($0,34^\circ\text{C}/10$ лет) в третьем регионе (Чукотка и север Камчатки).

2. На стратосферных уровнях наблюдается похолодание: КНЛТ в нижней стратосфере зимой и летом достигает значения $-0,37^\circ\text{C}/10$ лет.

3. Зимой в тропосфере в 1975–1990 и 2005–2020 гг. выделяются зоны роста ТВ, в стратосфере, наоборот, формируется область понижения ТВ. Летом выделяется обширный очаг потепления в тропосфере с 1985–2015 гг., в стратосфере в слое 18–26 км в 1975–2000 гг. происходит значительное похолодание.

4. Зимой в средней стратосфере обнаруживается квазидвадцатилетняя цикличность в формировании очагов интенсивного похолодания, летом обстановка более стабильная.

5. Выявлены достаточно тесные положительные связи между ТВ ряда Европейских и Азиатских регионов и индексами АО и NAO в холодное время года, значимые отрицательные связи с индексом EAWR в теплое время года, значимые отрицательные связи ряда районов Сибири с индексом SCAND на протяжении всего года.

6. Наблюдается большой временной разброс (68 суток) в датах весенней перестройки СЦ от 7 марта до 14 мая. Обнаружена зависимость дат весенних перестроек СЦ от солнечной активности и возникновения внезапных стратосферных потеплений (ВСП).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РНФ (проект № 22-27-20080).

Список использованной литературы:

Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Васильев А.А., Гурьянов В.В. Термический режим в тропосфере, стратосфере и нижней мезосфере Северного полушария в 1979-2016 гг. // Метеорология и гидрология. – 2019. – № 8. – С. 5–20.

Переведенцев Ю.П., Васильев А.А., Шерстюков Б.Г., Шанталинский К.М. Климатические изменения на территории России в конце XX – начале XXI века // Метеорология и гидрология. – 2021. – № 10. – С. 14–26.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ЧИСЛА ВЫЯВЛЕННЫХ СЛУЧАЕВ ЗАБОЛЕВАНИЯ УХАНЬСКИМ ШТАММОМ COVID-19 И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В МОСКВЕ В 2020 ГОДУ

Попов И.О.¹, Попова Е.Н.²

¹ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им.акад. Ю.А.Израэля»,
г. Москва, Россия

²ФГБУН «Институт географии РАН», г. Москва, Россия
igor_o_popov@mail.ru, en_popova@mail.ru

Пандемия заболевания COVID-19, вызываемого коронавирусом SARS-CoV-2, стала главным событием 2020 года и до сих пор остается в центре внимания всего человечества. После выявления первых случаев заболевания уханьским штаммом в декабре 2019 г. вирус с высокой скоростью распространился по всему миру, затронув в той или иной степени практически все страны и материки. Несомненно, первостепенное влияние на интенсивность эпидемии оказывают социальные факторы, такие как массовые скопления людей, их постоянные перемещения, степень развитости системы здравоохранения, плотность населения, дисциплину соблюдения противоэпидемических мер и т.д. (Rajabifard et al., 2021). Тем не менее, важную роль в развитии заболеваемости играют и факторы окружающей среды, в первую очередь погодные условия (Fontal et al., 2021).

Целью данной работы стало исследование корреляции семи метеорологических факторов (минимальная, максимальная и средняя суточные температуры воздуха, суточная сумма осадков, среднесуточные относительная влажность воздуха, атмосферное давление и скорость ветра) с числом выявленных случаев заболевания уханьским штаммом COVID-19 в Москве с 1 мая по 31 декабря 2020 года и построение регрессионной предиктивной модели числа случаев заболевания с использованием алгоритма градиентного бустинга. Были применены коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмана и Кендалла. Исследовали корреляцию данных по заболеваемости и метеофакторов с лагами от 0 до 30 дней.

Наибольшая корреляция заболеваемости уханьским штаммом COVID-19 была выявлена с температурными факторами (отрицательная корреляция) с лагами от 9 до 16 суток. Далее по степени корреляции следуют атмосферное давление и относительная влажность (положительная достоверная корреляция при всех значениях лагов для всех коэффициентов). Суточное количество осадков продемонстрировало слабую достоверную отрицательную корреляцию (коэффициент Пирсона, максимум при лаге 19 дней). Среднесуточная скорость ветра имела достоверную, но минимальную среди всех метеофакторов, положительную корреляцию для всех коэффициентов при лагах от 0 до 4 дней. Также была построена предиктивная регрессионная модель с использованием шести метеорологических факторов (за исключением среднесуточной скорости ветра) с лагами, для которых была зафиксирована достоверная максимальная корреляция. Для подбора оптимальных значений модели использовался генетический алгоритм и кроссвалидация. После обучения на всем наборе данных средняя абсолютная ошибка составила 137, коэффициент детерминации R^2 0,993. Наибольшую значимость для построения регрессионной модели продемонстрировали температурные факторы. Полученная модель показала достаточно высокую и устойчивую предсказательную способность для данных за 2020 год.

Таким образом, установлено, что существует значимая статистическая связь между количеством случаев заболевания штаммами COVID-19 и отдельными метеофакторами в конкретных регионах, что должно учитываться в предсказательных моделях.

Список использованной литературы:

Fontal A., Bouma M. J., San-José A., López L., Pascual M., Rodó X. Climatic signatures in the different COVID-19 pandemic waves across both hemispheres // Nature Computational Science. – 2021. – Vol. 1, October. – P. 655–665.

Rajabifard A., Foliente G., Paes D. (eds.) COVID-19 Pandemic, Geospatial Information, and Community Resilience. Global Applications and Lessons. CRC Press, 2021. – 532 p.

РАСЧЕТ ИСПАРЕНИЯ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ракчеева Е.А.^{1,2}, Сапожникова А.А.^{1,2}, Землянов И.В.¹

¹ФГБУ Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова, г. Москва, Россия

²ФГБУН Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия

lizaveta.r86@gmail.com

Испарение с водной поверхности – существенный элемент расходных частей уравнений водного и теплового баланса. Сведения об испарении с поверхности водоемов необходимы, в том числе, для планирования деятельности в области водного хозяйства и сельскохозяйственного производства.

В настоящее время на территории Европейской территории России (ЕТР) функционирует 58 водноиспарительных станций. Прямые наблюдения за испарением с поверхности водоемов на территории республики Крым проводятся всего на одной водноиспарительной станции, размещенной в центральной части полуострова. Учитывая разнообразие природно-климатических зон, в которых располагаются водные объекты Крымского полуострова, это не позволяет делать надежные оценки испарения для различных частей полуострова.

Испарение с водной поверхности может быть определено различными способами: на основании непосредственных наблюдений над испарением (метод испарителей); расчетом по методу водного или теплового баланса; расчетом по методу, основанному на вертикальном обмене масс (турбулентной диффузии).

Упомянутые расчетные методы имеют достаточно строгую физическую основу, но требуют определения некоторых показателей, наблюдение за которыми не имеет строгой методической базы. В связи с этим в большинстве случаев точные решения уравнений заменяются упрощенными эмпирическими и полуэмпирическими выражениями, расчеты с помощью которых имеют обычно низкую точность и могут применяться лишь для приближенных оценок испарения за длительные периоды времени.

Метод испарителей является наиболее надежным. Однако данные наблюдений за испарением с помощью сетевого наземного испарителя ГГИ-3000 не в полной мере характеризуют величину испарения с реального водоема из-за погрешностей, связанных с конструкцией прибора и различиями в гидрометеорологических условиях над испарителем и реальным водоемом. Для перехода от данных испарителя ГГИ-3000 к испарению с реального водоема в районе установки испарителя разработаны различные переходные формулы (Вуглинский, 1991; Вуглинский и др., 2016; Голубев, 1983; Кузнецов, 1971).

В данной работе авторами представлены результаты сравнения величин испарения с Белогорского водохранилища республики Крым полученных как с помощью эмпирических и полуэмпирических формул на основе измеренных метеорологических параметров, так и по данным прямых наблюдений на наземном испарителе ГГИ-3000, установленном в непосредственной близости от водохранилища.

Список использованной литературы:

Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1991. 223 с.

Вуглинский В.С., Албул И.П. Методика расчета испарения с водной поверхности по данным наземного испарителя ГГИ // Вестник СПбГУ. – 2016. – Серия 7. Геология. География, Вып. 3. – С. 118–127.

Голубев В.С., Урываев А.П. Метод водных испарителей и его применение для расчета испарения с поверхности водоемов // Труды ГГИ, 1983. Вып. 289. – С.69–76.

Кузнецов В.И. Методика расчета испарения с бассейнов площадью 20 м² по наблюдениям в испарителе ГГИ-3000 // Труды ГГИ. – 1971. – Вып. 181. – С. 3–33.

ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВНУТРЕННЕМ ТЯНЬ-ШАНЕ И ИХ ВЕРОЯТНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Рыбак О.О.^{1,2,3}, Рыбак Е.А.^{2,3}, Корнева И.А.^{3,4}, Сатылканов Р.А.^{5,6}

¹Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия,

²ФИЦ СНЦ РАН, г. Сочи, Россия

³Филиал Института природно-технических систем, г. Сочи, Россия

⁴Институт географии РАН, г. Москва, Россия

⁵Тянь-Шанский Высокогорный научный центр при Институте водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, г. Кызыл-Суу, Кыргызстан

⁶Научно-Исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии, г. Бишкек, Кыргызстан
o.o.rybak@gmail.com

Текущие и будущие изменения климата в Средней Азии обуславливают сокращение масштабов горного оледенения Тянь-Шаня, которое является ключевым фактором стабильного поступления воды в гидрологическую систему этого засушливого региона. Ускоренное таяние ледников создает дополнительные риски для устойчивого развития и региональной водной, энергетической и продовольственной безопасности. Как одно из последствий ожидаемого сокращения в регионе осадков и ледникового стока возможно возникновение напряженной ситуации с водоснабжением в средне- и долгосрочной перспективе. Неравномерность распределения источников пресной воды создает дополнительный источник межгосударственных трений, которые при неблагоприятном стечении обстоятельств могут перерасти в региональные вооруженные конфликты. Истоки крупнейших среднеазиатских рек находятся на территории Киргизии и Таджикистана, а основным потребителем воды (главным образом, на орошение) является Узбекистан, превосходящий по количеству населения обе упомянутые страны вместе взятые. Только в области водосбора р. Сыр-Дарьи (в верховье – р. Нарын) проживает 20 млн. человек. В Кыргызстане талые воды составляют до 50% общего стока в годовом исчислении и до 70% в летние месяцы. Они обеспечивают, помимо сельского хозяйства, гидроэнергетику, которая, в свою очередь, покрывает до 90% потребностей страны в электроэнергии. Наиболее крупные гидроэнергетические ресурсы сосредоточены в бассейне реки Нарын, истоком которого является река Кумтор, берущая начало в массиве Ак-Шийрак. Таким образом, состояние оледенения массива Ак-Шийрак напрямую связано с главными вызовами социально-экономическому развитию Кыргызской Республики в меняющемся мире.

Региональные климатические проекции были получены для Внутреннего Тянь-Шаня в рамках «умеренного» сценария RCP2.6 и «экстремального» сценария RCP8.5. В качестве исходных климатических данных использовались результаты мезомасштабного моделирования в рамках проекта CORDEX. Этот проект предполагает построения климатических проекций до конца нынешнего столетия для основных регионов Земного шара, в том числе для Центральной Азии. Нами были использованы результаты глобального климатического моделирования, полученные на трех глобальных моделях. Эти модели генерировали граничные условия для трех региональных климатических моделей, которые, в свою очередь, генерировали прогностические значения с высоким пространственным разрешением (11–50 км). Систематические модельные ошибки были скорректированы на основе данных прямых метеорологических измерений и интерполированы в узлы регулярной пространственной сетки. Ожидается, что к концу 21-го столетия в соответствии со сценарием RCP8.5 в регионе среднегодовая температура воздуха вырастет на 5–7°C. Прогнозируется также незначительное увеличение осадков, которое, по-видимому, будет способствовать некоторому смягчению негативного влияния роста температуры воздуха. Полученные прогностические данные мы предполагаем использовать для построения гляциологических проекций и прогноза ледникового стока.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 20-05-00681 («Эволюция оледенения Внутреннего Тянь-Шаня в условиях климатических изменений и техногенного воздействия»).

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ, КАК КЛИМАТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ

Серебренников А.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
swsilv@gmail.com

Любые температурные аномалии поверхности Черного моря воздействуют на экосистему. Теплые – ухудшают первичную продуктивность, распространяя вредоносное цветение водорослей, смещая места обитания промысловых видов рыб, тем самым ухудшая условия для рыболовства; холодные – с одной стороны, сокращают купальный сезон (рекреационный период) для большинства отдыхающих, с другой – способствуют повышению продуктивности моря при условии, что они вызваны подъемом, а не сгоном воды. Надежные прогнозы экстремальных климатических явлений помогут заинтересованным сторонам смягчить негативное воздействие за счет заблаговременного принятия решений.

Для расчета температурных аномалий были проанализированы ежедневные карты температуры поверхности (ТП) Черного моря с пространственным разрешением $0,008^\circ \times 0,008^\circ$ за 14-летний период (с 2008 по 2021 гг.) и карты с разрешением $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ за 40-летний период (с 1982 по 2021 гг.), взятые с сайта CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service). Последние карты позволили проанализировать температурные аномалии поверхности моря с климатической точки зрения.

Для предварительного анализа температурных аномалий использовались векторные данные CCMR OCW (Cross-Calibrated Multi-Platform Ocean Surface Wind) о приповерхностном ветре в черноморском регионе, доступные за 34-летний период (с 1988 по 2021 гг.) с пространственным разрешением $0,25^\circ \times 0,25^\circ$. Данные были получены с сайта NASA PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center).

Температурные аномалии рассчитывались для 2-х рядов ТП моря с разным пространственным разрешением по следующему алгоритму. Для каждого суток года и для всех точек поверхности моря вычислялась средняя температура за весь доступный период для двух температурных карт с разным разрешением. Затем из ежедневной температуры поверхности моря (ТПМ) была вычтена ежедневная средняя температура в каждой точке поверхности моря, в результате чего были получены массивы данных с ежедневной аномалией ТПМ. Последние разбивались на два кластера:

- значения, попадающие в диапазоны положительных аномалий:
2 – 3°C, 3 – 4°C, 4 – 5°C, 5 – 6°C, 6 – 9°C
- значения, попадающие в диапазоны отрицательных аномалий:
-3 – -2°C, -4 – -3°C, -5 – -4°C, -6 – -5°C, -9 – -6°C.

В итоге были получены карты ежедневных, ежемесячных и годовых отрицательных и положительных аномалий для разных температурных диапазонов.

Были построены межгодовые изменения суммарной площади поверхности моря при положительных и отрицательных аномалиях температуры, выделены месяцы с максимальными температурными аномалиями, как для всего периода исследования (для двух температурных массивов), так и для отдельных годов. Для экстремальных температурных аномалий построены графики ежедневных изменений площади поверхности с аномальной температурой и показаны изображения ТПМ с приповерхностным ветром.

ПИКСЕЛЬ-КОНТРАСТНАЯ ДЕНСИТОМЕТРИЯ КАК НОВЫЙ МЕТОД ДЕНСИТОМЕТРИИ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Силкин П.П.

Филиал ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Сочи, Россия
ppsilk@rambler.ru

Годичные кольца древесных растений являются одним из важнейших источников информации об изменении условий окружающей среды и климата в прошлом, позволяя реконструировать климатические параметры с высоким временным разрешением в один год. Как правило, для этих целей строят хронологии ширины годичных колец, отражающие интенсивность делений клеток в камбиальной зоне в зависимости от условий роста данного вегетационного периода. Гораздо более широкими возможностями обладает рентгеновская денситометрия, которая, за последние шестьдесят лет, стала своеобразным стандартом для измерения плотности годичных колец в различных задачах, связанных как с исследованием структуры годичных колец, так и с задачами дендрэкологии и дендроклиматологии. Профиль плотности годичных колец имеет ключевое значение в денситометрии, он является интегральной характеристикой клеточной структуры, формирующейся под влиянием всей совокупности экологических факторов, действующих на древесное растение в течение вегетационного периода, а его параметры являются индикаторами этого влияния. Классический рентгеновский денситометрический комплекс Dendro 2003, несмотря на общепризнанные достоинства, имеет ряд серьёзных недостатков, среди которых высокая стоимость комплекса, необходимость рентгеновской лаборатории, использование рентгеновских плёнок и т.д., что вынуждает искать другие пути развития денситометрии.

В работе предложен новый методический подход к измерению профиля плотности годичных колец деревьев без использования ионизирующих излучений, основанный на анализе изображений его анатомической структуры. Метод базируется на разделении точек изображения клеточной структуры колец по их контрастности, получивший название пиксель-контрастной денситометрии (Pixel Contrast Densitometry, PiC densitometry) и их селекции на точки, относящиеся к изображению люменов или клеточных стенок. Программное обеспечение, которое является виртуальным денситометром, рассчитывает плотность ксилемы в каждой точке радиального направления годичного кольца как произведение плотности клеточной стенки на долю площади клеточных стенок, тем самым строя его профиль плотности. Далее, для каждого параметра профиля плотности, строится хронология его погодичного изменения.

Проведена экспериментальная апробация разработанных методов PiC денситометрии при помощи демонстратора, реализованного в виде программного обеспечения, позволяющего выполнять измерения профиля плотности годичных колец и получать хронологии различных его параметров. Сравнительный анализ результатов измерений и функциональных характеристик рентгеновской и PiC денситометрии показал, что денситометрический комплекс, построенный на базе разработанных методов и программного обеспечения PiC денситометрии, позволяет получать результаты, идентичные результатам рентгеновской денситометрии, обладает большей функциональностью, меньшей стоимостью и способен полностью заменить собой рентгеновский денситометрический комплекс DENDRO 2003 в широком спектре дендрэкологических и дендроклиматических исследований.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РЕТ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА В ГОРОДАХ КРЫМА

Стефанович А.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
amazurenko@mail.ru

В условиях глобального изменения климата и возрастающей интенсивности влияния погодных условий на здоровье оценка восприятия человеком тепловой среды становится особенно актуальной. Среди современных подходов к оценке комфортности биоклиматических условий одним из самых популярных считается расчет индексов теплового комфорта. Многие службы прогноза погоды начали использовать биоклиматические индексы (в основном эффективные температуры) при составлении прогнозов, однако на национальном уровне их использование всё еще ограничено. Одна из проблем пренебрежения использования индексов – сложность расчетов. Индекс физиологически эквивалентной температуры (РЕТ), основанный на тепловом балансе человека, в зарубежной практике считается одним из самых показательных. По сравнению с другими более простыми в расчетах биоклиматическими показателями он имеет большую вариабельность значений и, следовательно, более высокую информационную значимость.

Цель настоящей работы – изучить региональные особенности изменений пространственно-временной динамики экстремальных значений индекса РЕТ в теплый период года в городах Крыма. Информационной базой в работе послужили данные станционных наблюдений (температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, облачность) за период 2005–2020 гг. для 22 городов Крымского полуострова, взятых на информационном портале компании ООО «Расписание погоды». Расчет индекса РЕТ проводился с помощью диагностической модели Rauman. За экстремальные значения индекса РЕТ в теплый период (май–октябрь) принимались дни с превышением среднесуточных температур 95-го перцентиля (относительный порог).

При анализе изменений повторяемости экстремальных значений РЕТ в теплый период года отмечены тенденции к повышению и понижению числа дней с экстремальными температурами в определенные месяцы. Так, с мая по август наблюдается значимое уменьшение жарких дней (в среднем на 2–3 дня в месяце) в некоторых городах северных и восточных районов полуострова (Керчь, Красноперекоск, Нижнегорский, Белогорск, Опасное). В сентябре во всех городах Крыма прослеживается преимущественно значимое увеличение числа дней (в среднем на 2 дня) с экстремально высокими значениями РЕТ. Наибольший рост отмечается в самых восточных городах – Опасном и Керчи (3-4 дня). Существенный вклад в формирование положительных изменений повторяемости дней с экстремальными значениями РЕТ внесли 2007, 2014, 2015, 2017, 2018, 2020 гг. – годы наибольшей повторяемости очень жарких дней в большинстве городов. Результаты оценки динамики других биоклиматических индексов также подтверждают увеличение дней с экстремально высокими значениями. Положительная тенденция изменений экстремальных значений биоклиматических индексов может объясняться общим потеплением в Европейской части России со значительным вкладом долгопериодных колебаний температуры поверхности мирового океана.

Выявленные закономерности изменений экстремальных значений РЕТ в теплый период года могут выступать регулирующим фактором при планировании рекреационных мероприятий в городах Крыма. Улучшение комфортности погодных условий в начале осени позволяет расширить рекреационные границы, захватывая города не только южных районы полуострова, но также северных и восточных. Однако, в это же время существует вероятность возникновения неблагоприятных условий для людей с различными хроническими заболеваниями, что вынуждает вводить ограничения для определенных категорий рекреантов.

Работа выполнена в рамках гос. задания Института природно-технических систем (гос. рег. №121122300072-3) и стратегического проекта №3 программы "Приоритет-2030" Севастопольского государственного университета (гос. рег. №121121700314-3).

ОЦЕНКИ ЛИНЕЙНЫХ ТРЕНДОВ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМА

Стефанович А.А.^{1,2}, Воскресенская Е.Н.^{1,2}, Лубков А.С.^{1,2}

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
amazurenko@mail.ru

В последние несколько десятилетий современные исследования указывают на увеличение масштабов и темпов изменения климатических характеристик, неоднородность распределения сезонных аномалий во времени и пространстве, выраженную контрастность погоды. Наблюдающиеся глобальные климатические изменения могут существенно воздействовать на региональный климат, в том числе, и Крыма, и изменить его рекреационные возможности.

Территория Крымского полуострова, несмотря на его относительно небольшие размеры, обладает разнообразием природно-климатических условий, что благоприятствует развитию рекреационной деятельности и климатотерапии. Для количественной оценки рекреационной способности территорий анализируют воздействие на человека комплекса гидрометеорологических параметров. При этом в качестве интегральной оценки воздействия обычно используют биоклиматические индексы. В настоящее время существует достаточно большое количество индексов и методик их расчетов, которые разработаны разными авторами.

Цель настоящей работы – изучить особенности изменения комплексных биоклиматических показателей в последние приблизительно 70 лет для отдельных местностей Крыма за многолетний период, уделяя отдельное внимание каждому месяцу года, и на основе полученных результатов показать возможное влияние этих изменений на развитие рекреационной деятельности.

Для расчетов привлекались ежедневные гидрометеорологические данные для каждого месяца из архива наблюдений на сети европейских метеостанций E-OBS (v17.0) с 22 станций и реанализа NCEP/NCAR R1 за период 1950–2018 годов. Полученные массивы верифицированы на основе открытой базы стандартных ежесуточных станционных наблюдений Крыма за период 2005–2018 годов. На этой основе анализировались эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), нормальная эквивалентно-эффективная температура (НЭЭТ), весовое содержание кислорода в воздухе (парциальная плотность кислорода) (pO_2), индекс влажного ветрового охлаждения (H_w) Хилла и индекс сухого ветрового охлаждения Бодмана (S). Изучены особенности их линейных трендов для каждого месяца и сделан сравнительный анализ для 22 регионов Крымского полуострова.

При анализе трендов биоклиматических показателей по месяцам отмечены тенденции к повышению или понижению рекреационной комфортности в определенные сезоны. Наиболее выражены положительные тренды НЭЭТ по всей территории Крыма в зимне-весенний период, что свидетельствует об улучшении комплексных рекреационных условий последних десятилетий и возможности расширения продолжительности курортного сезона. Противоположные тенденции имеют индексы pO_2 , H_w и S в течение всего года (за исключением декабря). Согласно индексу pO_2 в период с августа по октябрь на всей территории Крыма возникает повышение риска душных погод. Тенденции усиления ветреных дискомфортных биоклиматических условий в степной части Крыма проявляются в декабре. Выявленные закономерности изменений биоклиматических показателей могут быть использованы для решения прикладных задач и планирования развития туристско-рекреационного комплекса.

СОВМЕСТНЫЕ ЭКСТРЕМУМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ

Сухонос О.Ю., Вышкваркова Е.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
kovalenko_olga89@mail.ru

В последнее десятилетие совместные экстремумы привлекают все большее внимание научного сообщества в связи с усилением их воздействия на природу и общество (AghaKouchak et al., 2020). Экстремальные значения осадков и температуры, которые являются двумя ключевыми переменными в климатологии и гидрологии, являются многомерными явлениями (Röthlisberger and Martius, 2020). Изменения температуры и осадков часто физически связаны; например, засухи и волны тепла в 2003 и 2015 гг. в Европе, в 2010 г. в России и в 2012–2014 гг. в Калифорнии. Эти явления характеризовались экстремальными температурами и осадками (их отсутствием), что привело к значительным человеческим жертвам и экономическим последствиям.

С использованием эмпирического подхода (Beniston, 2009) для определения совместных экстремумов температуры воздуха и осадков проведен анализа их пространственного и временного распределения за период 1950–2018 гг. в Восточной Европе. Частота и тенденции совместных экстремумов оценены для всех сезонов. На основании анализа линейных трендов можно сделать вывод о наличии общей тенденции к увеличению частоты «теплых» экстремумов (индексы WD и WW) и уменьшению частоты «холодных» (CD индексы CW).

Использованы три сигнала, влияющие на структуру температуры воздуха и осадков в регионе – Североатлантическое (САК), Восточно-Атлантическое (ВАК) и Скандинавское (СКАНД) колебания. Анализ по выявлению влияния режимов циркуляции на совместные экстремумы показал, что САК играет существенную роль в формировании теплых экстремумов в зимний период на севере исследуемого региона, а для СКАНД ситуация противоположная. Корреляция между теплыми совместными экстремумами и индексом ВАК положительна во все сезоны с максимальными значениями летом.

Изменения, наблюдаемые в частоте возникновения и повторяемости совместных экстремальных явлений, влияют и будут влиять на различные сферы жизни, включая здравоохранение, сельское хозяйство, транспорт, инфраструктуру, энергетику и др. Поскольку регион отличается разнообразием климатических условий, результаты тенденций совместных экстремумов могут иметь как положительное, так и отрицательное влияние. Например, снижение аномалий холода в северных частях региона может благотворно сказаться на сельском хозяйстве в виде смещения к северу зоны, пригодной для возделывания определенных культур, или снижение затрат на отопление жилых помещений. В то же время усиление теплых экстремумов на юге региона носит скорее негативный характер из-за увеличения засушливости и без того недостаточно увлажненного региона. Полученные результаты могут быть использованы для разработки адаптаций к изменениям климата, в частности к сложным экстремальным условиям.

Список использованной литературы:

AghaKouchak A., et al. Climate Extremes and Compound Hazards in a Warming World // *Annu. Rev. Earth Planet Sci.* – 2020. – V. 48. – P. 519–548.

Beniston M. Trends in joint quantiles of temperature and precipitation in Europe since 1901 and projected for 2100 // *Geophys. Res. Lett.* – 2009. – V. 36. – L07707.

Röthlisberger M., Martius O. Quantifying the local effect of northern hemisphere atmospheric blocks on the persistence of summer hot and dry spells // *Geophys. Res. Lett.* – 2019. – V. 46. – 10101–10111.

Vyshkvarкова E., Sukhonos O. Compound Extremes of Air Temperature and Precipitation in Eastern Europe // *Climate.* – 2022. – 10. – 133. <https://doi.org/10.3390/cli10090133>.

РОЛЬ КОМПОНЕНТОВ БАЛАНСА ТЕПЛА ВЕРХНЕГО СЛОЯ В АСИММЕТРИИ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

Сухонос П.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
pasukhonis@mail.ru

Характерной особенностью климатической системы является её негауссовость (Pires, Hannachi, 2017). Целью работы является выявление причины положительной асимметрии аномалий температуры поверхности океана (ТПО) в Северной Атлантике с привлечением анализа слагаемых уравнения теплового баланса верхнего перемешанного слоя (ВПС) океана.

В работе использовались среднемесячные данные океанического ре-анализа ORA-S3 (Balmaseda et al., 2008) за период 1959–2011 гг. Методика расчета слагаемых замкнутого баланса тепла ВПС изложена в статье (Полонский, Сухонос, 2018). Акватория Северной Атлантики ограничена координатами 0° – 65° с. ш. 8° – 80° з. д.

Получено, что негауссовая изменчивость межгодовых аномалий температуры и толщины ВПС, суммарного потока тепла на поверхности океана и модуля касательного напряжения трения ветра наиболее ярко выражена в области к югу от Азорских островов (с центром около 30° с. ш. 30° з. д.). Распределение всех указанных характеристик в этой области имеет статистически значимую положительную асимметрию. Подтверждается тесная отрицательная связь между аномалиями локального изменения температуры ВПС и аномалиями суммарного потока тепла на поверхности океана. Аномалии потоков тепла и модуля касательного напряжения трения ветра, обладающие значимой положительной асимметрией, имеют тесную положительную связь между собой. Аномалии указанных параметров при лидировании на 1 месяц сопровождаются формированием аномалий температуры ВПС противоположного знака.

Анализ слагаемых замкнутого уравнения теплового баланса ВПС показал, что важную роль в формировании аномалий температуры ВПС в области к югу от Азорских островов играют поверхностные потоки тепла, нормированные на толщину ВПС. Причем оба компонента этого слагаемого (суммарный поток тепла на поверхности океана и толщина ВПС) характеризуются значимой положительной асимметрией. Анализ распределения аномалий других компонентов теплового баланса ВПС в этом регионе показал, что они не проявляют значимой асимметрии.

Таким образом, положительная асимметрия аномалий температуры ВПС в этой области в основном возникает за счет наличия положительной асимметрии в изменчивости суммарного потока тепла на поверхности океана и толщины ВПС – составляющих главного слагаемого теплового баланса ВПС.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 121122300074-7.

Список использованной литературы:

Pires C.A.L., Hannachi A. Independent subspace analysis of the sea surface temperature variability: non-gaussian sources and sensitivity to sampling and dimensionality // Complexity. 2017. V. 2017. Article ID 3076810. <https://doi.org/10.1155/2017/3076810>

Balmaseda M.A., Vidard A., Anderson D.L.T. The ECMWF ocean analysis system: ORA-S3 // Monthly Weather Review. 2008. V. 136. № 8. P. 3018–3034. <https://doi.org/10.1175/2008MWR2433.1>.

Полонский А.Б., Сухонос П.А. О вкладе вихревого переноса в среднегодовой бюджет тепла верхнего слоя Северной Атлантики // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2018. Т. 54. № 5. С. 597–606. <https://doi.org/10.1134/S0002351518050097>

**АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБОВ
ДОЛГОПЕРИОДНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХСЛОЙНОЙ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ**

Федотов А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

fedotov57@mail.ru

В расчетах использована модель эволюции потенциального вихря в трехслойной жидкости для случая глубин верхнего слоя 60 м, нижнего – 3300 м и промежуточного слоя 250 м. Основное прогностическое уравнение выглядит следующим образом:

$$\frac{\partial \omega_j}{\partial t} + J(\psi_j, \omega_j) + \beta \frac{\partial \psi_j}{\partial x} = -\lambda_j \cdot \omega_j \cdot \delta_{j3} + W_j \cdot \delta_{j1} + D_j, (1)$$

Второе уравнение системы (2) целесообразно записать в векторно-матричной форме, так как последующие преобразования системы уравнений к базису собственных векторов и обратно производится с обратной матрицей второго уравнения системы:

$$\Omega = \Delta \Psi + F \Psi, (2)$$

индекс j указывает номер слоя численной модели и изменяется от 1 до 3, где ψ_j – функция тока в слое j , ω_j – завихренность в слое j , λ_j – коэффициент придонного трения, δ_{ji} – символ Кронекера, $\delta_{ji} = 0$ при $i \neq j$ и $\delta_{ji} = 1$ при $i = j$, D_j – диссипация, W_j – поток завихренности, генерируемой ветром, F_j – параметры стратификации для каждого из слоев, Ω и Ψ – векторы относительной завихренности и функции тока с компонентами ω_j и ψ_j , являющимися двумерными функциями горизонтальных пространственных координат, Δ – оператор Лапласа, F матрица следующего вида:

$$F = \begin{pmatrix} -F_1 & F_2 & 0 \\ F_1 & -2F_2 & F_3 \\ 0 & F_2 & -F_3 \end{pmatrix}$$

при следующих параметрах стратификации $F_1 = 25000$, $F_2 = 6000$ и $F_3 = 450$, при этом масштабы Россби в размерном виде равны 54 и 21 км. Расчеты выполнены для размерного времени 325000 суток, что соответствует 890 годам модельного времени.

Диссипация в модели реализована посредством включения в расчетную схему бигармонической вязкости, для нижнего слоя также используется придонное трение. В модели ставятся граничные условия непротекания и скольжения.

Решение уравнения (2) на каждом шаге выполнялось с помощью прямого метода интегрирования путем разложения полей функции тока и относительной завихренности по собственным функциям дифференциального оператора задачи для прямоугольных (квадратных) областей. Для преобразования системы уравнений (2) по вертикальным модам применялось разложение по собственным векторам матрицы F с последующим обратным преобразованием к пространственным координатам.

Численные эксперименты выполнялись в квадратной расчетной области с разрешением 513 узлов сетки по каждой из сторон квадрата. Эксперименты проводились при безразмерных параметрах $\beta = 1$, шаг по времени был равен 0,025 безразмерной единицы. Расчеты выполнены для параметров придонного трения $\lambda_3 = 0.04$ и интенсивности потока ветровой завихренности $W_0 = 0.0077$.

Показано, что разработанная трехслойная модель циркуляции океана при выбранных параметрах интенсивности силы ветра и стратификации позволяет описывать формирование струйного течения, подверженного бароклинной неустойчивости с генерацией интенсивных вихрей.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ СТРУЙНОГО ЗОНАЛЬНОГО ТЕЧЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТА ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Федотов А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

fedotov57@mail.ru

В расчетах использована модель эволюции потенциального вихря в трехслойной жидкости для случая глубин верхнего слоя 60 м, нижнего – 3300 м и промежуточного слоя 250 м.

Структура ветрового воздействия представлена потоком завихренности, задаваемым выражением:

$$W_1 = -W_0 \sin(y)$$

Численные эксперименты выполнялись в квадратной расчетной области с разрешением 513 узлов сетки по каждой из сторон квадрата. Эксперименты проводились при безразмерных параметрах $\beta = 1$, шаг по времени был равен 0,05 безразмерной единицы. Расчеты выполнены для параметров придонного трения $\lambda_3 = 0,04$ и интенсивности потока ветровой завихренности $W_0 = 0,0015$.

В качестве начального поля для серии экспериментов было выбрано поле течений с интенсивным струйным течением в окружении поля вихрей, параметры данных экспериментов отличаются от параметров экспериментов по формированию струйного течения в части увеличения значения донного трения с 0,003 до 0,004 и усилением интенсивности ветра с $W_0 = 0,001$ до $W_0 = 0,0015$.

В обсуждаемых в докладе численных экспериментах была применена ветровая нагрузка такого типа, что поле воздействия ветра занимало только половину расчетной области, а на остальном пространстве этой области поле ветра было тождественно равно нулю.

В первом эксперименте ветровая нагрузка воздействовала только на западную часть расчетной области, аналитически задаваемая выражением:

$$W = -W_0 \sin(y) \text{ при } 0 \leq x \leq \pi \text{ и } W = 0 \text{ при } \pi < x \ll 2\pi$$

Во втором эксперименте ветровая нагрузка воздействовала только на центральную часть расчетной области, аналитически задаваемая выражением:

$$W = -W_0 \sin(y) \text{ при } \pi/2 \leq x \leq 3/2\pi \text{ и } W = 0 \text{ при } x < \pi/2 \text{ и } x > 3/2\pi$$

В третьем эксперименте ветровая нагрузка воздействовала только на восточную часть расчетной области, аналитически задаваемая выражением:

$$W = -W_0 \sin(y) \text{ при } \pi \leq x \leq 2\pi \text{ и } W = 0 \text{ при } 0 \ll x < \pi$$

Показано, что процесс разрушения интенсивного струйного течения в океане вблизи западного берега существенно зависит от локализации ветрового воздействия. В частности установлено, что при одной и той же интенсивности ветра и одной и той же протяженности области ветрового воздействия в зональном направлении разрушение интенсивного струйного течения происходит при ветровом воздействии в западной части акватории, частично при центральной локализации, и разрушения струйного течения не произошло при ветровом воздействии в восточной части расчетной области.

Иллюстрации к докладу демонстрируют поля относительной завихренности верхнего слоя на начальной и финальной стадиях численных экспериментов.

Таким образом, основываясь на результатах работы, можно предположить, что процессы самоорганизации системы крупномасштабной циркуляции достаточно чувствительны к внешним воздействиям на систему течений вблизи западного берега океана. Характерного время такого разрушения при воздействии ветра на западную часть акватории составляет порядка 2000 суток.

**АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУЙНОГО ЗОНАЛЬНОГО ТЕЧЕНИЯ
КАК ЭЛЕМЕНТА ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ
ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Федотов А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

fedotov57@mail.ru

В расчетах использована модель эволюции потенциального вихря в трехслойной жидкости для случая глубин верхнего слоя 60 м, нижнего – 3300 м и промежуточного слоя 250 м.

Структура ветрового воздействия представлена потоком завихренности, задаваемым выражением:

$$W_1 = -W_0 \sin(y)$$

Численные эксперименты выполнялись в квадратной расчетной области с разрешением 513 узлов сетки по каждой из сторон квадрата. Эксперименты проводились при безразмерных параметрах $\beta = 1$, шаг по времени был равен 0,05 безразмерной единицы. Расчеты выполнены для параметров придонного трения $\lambda_3 = 0,03$ и интенсивности потока ветровой завихренности $W_0 = 0,001$.

В качестве начального поля для серии экспериментов было выбрано поле течений с распавшимся струйным течением в окружении интенсивного поля вихрей.

В обсуждаемых в докладе численных экспериментах была применена ветровая нагрузка такого типа, что поле воздействия ветра занимало только половину расчетной области, а на остальном пространстве этой области поле ветра было тождественно равно нулю.

В первом эксперименте ветровая нагрузка воздействовала только на западную часть расчетной области, аналитически задаваемая выражением:

$$W = -W_0 \sin(y) \text{ при } 0 \leq x \leq \pi \text{ и } W = 0 \text{ при } \pi < x \leq 2\pi$$

Во втором эксперименте ветровая нагрузка воздействовала только на центральную часть расчетной области, аналитически задаваемая выражением:

$$W = -W_0 \sin(y) \text{ при } \pi/2 \leq x \leq 3/2\pi \text{ и } W = 0 \text{ при } x < \pi/2 \text{ и } x > 3/2\pi$$

В третьем эксперименте ветровая нагрузка воздействовала только на восточную часть расчетной области, аналитически задаваемая выражением:

$$W = -W_0 \sin(y) \text{ при } \pi \leq x \leq 2\pi \text{ и } W = 0 \text{ при } 0 \leq x < \pi$$

Показано, что формирование интенсивного струйного течения в океане вблизи западного берега существенно зависит от локализации ветрового воздействия. В частности установлено, что при одной и той же интенсивности ветра и одной и той же протяженности области ветрового воздействия в зональном направлении формирование наиболее интенсивного струйного течения происходит при ветровом воздействии в восточной части акватории, менее интенсивно при центральной локализации и формирование струйного течения не произошло при ветровом воздействии в западной части расчетной области.

Таким образом, основываясь на результатах работы, можно предположить, что процессы самоорганизации системы крупномасштабной циркуляции достаточно чувствительны к внешним воздействиям на систему течений вблизи западного берега океана. В связи с изложенным возникает резонный вопрос о разрушении существующих струйных течений под воздействием интенсивного ветра в непосредственной близости к западному берегу акватории и об оценке характерного времени такого разрушения, что может оказаться принципиально важным фактором исследования изменения климата.

ПРИЗНАКИ ПОХОЛОДАНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА В АБХАЗИИ В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Хинтуба Л.В.¹, Эмба Я.А.², Ахсалба А.К.²

¹Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия

²Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум

LolitaKhintuba@yandex.ruekba-yan@yandex.ru, Asida_cen@mail.ru

Отчеты Международного Комитета по климатическим изменениям, при ООН (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), регулярно суммирующие состояние дел в области глобального изменения климата, прогнозируют глобальное повышение температуры на нашей планете на $+3,6 \pm 2,2^\circ\text{C}$ к концу текущего столетия. Эти выводы, казалось бы, не подлежат критике, так как: они составляются при участии многих сотен экспертов (главным образом из США и Западной Европы) и примерно таким же числом правительственных экспертов рецензируются. Между тем, этот прогноз, скорее всего, является ошибочным, так как рост глобальной температуры на Земле в последние десятилетия 21 века обусловлен антропогенными причинами; экстраполяция тенденции этого роста на весь 21 век не обоснована.

Столь же острая ситуация в недавнее время имела место по вопросу о динамике озоносферы. Одно время казалось, что озоносфера разрушается из-за неконтролируемого в глобальном масштабе химического производства, но теперь мало кто сомневается, что уменьшение толщины стратосферного озона обусловлено почти целиком естественно протекающими атмосферно-циклическими процессами (Эмба и др., 2003).

Целью работы является представить данные и соображения, разъясняющие причины, по которым базовая модель, используемая экспертами IPCC, является некорректной и кратко изложить факторы, указывающие на признаки похолодания на региональном уровне (территория Абхазии) начиная с 2011 года за счет естественных процессов, не связанных с антропогенной деятельностью.

За время наблюдений с 1999 по 2021 год можно отметить два периода: первое общее повышение температуры атмосферного воздуха с 1999 по 2010 годы, когда среднегодовая температура достигла максимума ($18,4^\circ\text{C}$). После чего под воздействием извержения мощного вулкана Эйяфьятлайокудль (Исландия, 14–19.04.2010) температура ПСВ в следующем 2011 году понизилась на $3,8^\circ\text{C}$ и составила $14,6^\circ\text{C}$. Кроме того, СГТ ПСВ в Абхазии в 2021 году составляла $15,6^\circ$, что на $0,1$ ниже средних многолетних значений 1991–2020. Весенние температуры 2022 года ниже средних многолетних значений (Эмба и др., 2021).

Из анализа данных метеосети Абхазии за период с 1904 по 2021 год однозначно следует, что тренды температур и характер их сезонных распределений указывают на существенное снижение среднегодовых температур в последнее десятилетие. В последние годы дискуссии по проблеме климатических изменений приобрели все признаки политических дебатов. Между тем экологические и геополитические последствия таких изменений представляются весьма серьезными уже в близкой перспективе (Эмба, Ахалба, 2011).

Список использованной литературы:

Эмба Я.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К. Тенденции изменения климата Юго-Западного Кавказа в XX-ом столетии. Тр. междунар. конф. "Биосфера и человек", Майкоп, 2003. – С. 38–41.

Эмба Я.А., Ахсалба А.К., Хинтуба Л.В. Глобальные и региональные (Абхазия) проявления парникового эффекта в атмосфере и на поверхности Земли. Коллективная монография «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа», (ГЕО-КАВКАЗ-2021), Москва, 2021. Т. XI. С.493–498.

Эмба Я.А., Ахсалба А.К. Современные изменения приземной температуры воздуха и режима атмосферных осадков в прибрежной зоне Абхазии. Доклады Адыгской (черкесской) Международной академии наук. Нальчик. 2011. Т. 13, № 2. С.105–111.

THE POSSIBLE CAUSES AND EFFECTS OF GLOBAL WARMING ON CHINA

Fang J.

Dalian Ocean University, Dalian, China

jiang_000223@163.com

Global warming is now occurring faster than at any time in recorded history. Over time, warming temperatures are changing weather patterns and disrupting nature's normal balance. This poses many risks for humans and all other forms of life on Earth.

Fossil fuels – coal, oil and gas – are by far the most significant cause of global climate change, accounting for more than 75 percent of global greenhouse gas emissions and nearly 90 percent of all carbon dioxide emissions. The specific performance is as follows points. The burning of fossil fuels for electricity and heat has caused huge global emissions. Most electricity is still generated by burning coal, oil or natural gas, which produces carbon dioxide and nitrous oxide – potent greenhouse gases that coat the Earth and trap the sun's heat. In addition, most cars, trucks, ships and planes are powered by fossil fuels. This makes transport a major source of greenhouse gases, especially carbon dioxide emissions. Trends indicate that the energy consumption of vehicles will increase significantly in the coming years.

The effects of climate change are manifold. The first is the rise in temperature. Since the 1980s, each decade has been warmer than the previous one. Almost all land areas are experiencing more hot weather and heat waves. Second, climate change is altering the availability of water, making it scarce in more areas. Many people now face the constant threat of not having enough water. In addition, because the ocean absorbs most of the heat from global warming, the rate of warming is increasing across the entire ocean, which expands as it warms, threatening coastal and island communities.

List of used literature:

Causes and Effects of Climate Change and Impacts of Climate Change on Crop Production [J]. *Rice Research: Open Access*, 2022, 10(1).

Biplab Das, Utpal Khara, Aditya Bandyopadhyay. The Causes and Effects of Global Warming and Climate Change: A General Overview [J]. *International Journal of Environment Research*, 2020, 2(8).

Karina Scurupa Machado. Causes and effects of Environmental Pollution and Climate Change [J]. *Environment Pollution and Climate Change*, 2020, 4(3).

DEVELOPMENT OF GLOBAL AND REGIONAL CLIMATE RESEARCH METHODS

Jingyi Y.

Dalian Ocean University, Dalian, China

At the present, the global climate is changing dramatically, for the results of the global and regional climate and environmental changes are imminent. But methods and means of measuring the parameters of the natural environment are multitudinous, the adoption of various measurement methods becomes a key link. The article is based on the discussion and exploration of the global and regional climate changes, to research the important links and to find out the reason for the change and to propose solutions to the problem. The results display that global warming is seriously affecting the environment which we live at, regional climate changes also have effect on the environment in the future. This paper extends the research methods of the global and regional climate and environmental changes, in the meantime, it's also offers some ideas for others who is interested in it.

**THE INFLUENCING PARAMETER OF FLOW BLOCKING EFFECT
OF MIKE21 MIDDLE PIER**

Lingxiang Y.

Dalian Ocean University, Dalian, China

The effect of pier blocking is different under different parameters. We need to use Mike21 software to create simulated terrain, simulate the change of water flow field around the pier, change different parameter values for research, use streamline factor to consider the blocking effect, build a hydrodynamic numerical model with pier influence, simulate the influence of different pier parameters on the calculation results, and then determine the best parameters. It is of great significance to study the flow blocking effect of pier by numerical simulation.

THE SPRING-NEAP VARIABILITY AND MECHANISMS OF LONG-TERM VARIATIONS IN THE UPWELLING AT THE TIP OF LIAODONG PENINSULA, CHINA

Ru Z.¹, Jun S., Polonsky A.B.^{2,3}, Linhui W.¹, Junru G.¹, Yanzhao F.¹, Qian Z.⁴, Ruijin Z.¹

¹College of Marine Science and Environment, The Operational Oceanographic Institution, Dalian Ocean University, China

²Institute of Natural and Technical Systems, Russian Federation, Sevastopol, Russia

³Sevastopol Branch of Moscow State University, Russian Federation, Sevastopol, Russia

⁴National Marine Environmental Monitoring Center, China
forestwlh@163.com

Upwelling is one of the important phenomena in oceans which plays a significant role in marine hydrology and marine ecological systems. In summer stratified season, there are usually cold patches around the tip of Peninsula. Using the satellite sea surface temperature (SST) data from 1999 to 2018, this study showed that there was a pod-like cold water patch with two cold centers around the tip of Liaodong Peninsula, China. The range and the intensity of upwelling indicated an increasing trend during 1999–2018. We used a two-dimensional hydrodynamic model Mike21 to study the impact of the tidal current to the intra-month variations of upwelling (DHI 2009). Tidal flow bring the significant spring-neap variations of the upwelling, showing that the SST of upwelling during the spring tide was lower about 1°C and the range of the cold water was extended farther than that during the neap tide. The variations of upwelling area lagged behind the tide range about 4 days. The mechanisms of long-term variations in the upwelling domain were analyzed using the remote sensing wind data and the reanalysis ocean current data. Summer surface wind in the Bohai Sea suppressed the upwelling through the inshore Ekman transports and the effect of the wind curls could be ignored. The dispersion of geostrophic current around the Laotieshan Channel due to the bottom friction could drive the upward vertical velocities. Both of wind and current contributed to the multi-year variations of the upwelling around the tip of Liaodong Peninsula, China.

СЕКЦИЯ 3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

АНАЛИЗ АДАПТАЦИЙ БЕРЕГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ К УСЛОВИЯМ ЖИЗНИ В КОНТАКТНОЙ ЗОНЕ «СУША-МОРЕ»

Агаркова-Лях И.В.^{1,2}, Фролова К.В.²

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
iva_crimea@mail.ru, karin-frolov@mail.ru

Растительность черноморских берегов Крыма изучена достаточно хорошо. Однако механизмы ее адаптаций в зоне контакта «суша-море» рассмотрены, главным образом, в рамках описания видового состава растений отдельных участков Крымского побережья (Корженевский, 1989; Корженевская, 1999; Бондарева, 2004; Едигарян, 2008 и др.). Отсутствие подобных обобщающих работ определило актуальность настоящего исследования.

Цель работы – проанализировать и обобщить виды адаптаций береговой растительности к экологическим условиям контактной зоны «суша-море». Источниками информации выступили: опубликованные работы, онлайн-определитель растений «Плантариум» и электронный ресурс «The Plant List», результаты собственных полевых наблюдений.

Совокупность экологических факторов, действующих в зоне контакта «суша-море», приводит к формированию здесь довольно жестких, вплоть до экстремальных, условий, основными характеристиками которых являются: высокая инсоляция; засоление всех частей растения (от корней до стеблей и листьев); засушливость (дефицит атмосферных осадков); интенсивное испарение и ветровая деятельность; отсутствие почвенного покрова; низкая питательность субстрата; динамичность береговых отложений.

Адаптации береговой растительности изучались на примере фитоценозов черноморского побережья Крыма. На берегах Крыма были обнаружены растения, относящиеся к 19 семействам и 40 родам. Наибольшую встречаемость среди них имеют такие семейства, рода и виды: 1. *Poaceae*: *Phragmites australis*, *Leymus racemosus*, род *Elytrigia*; 2. *Brassicaceae*: род *Crambe*; 3. *Papaveraceae*: *Glaucium flavum*; 4. *Apiaceae*: *Crithmum maritimum*, *Eryngium maritimum*; 5. *Chenopodiaceae*: род *Halimione* и род *Atriplex*; 6. *Asteraceae*: *Artemisia santonicum*.

Анализ и обобщение адаптаций береговой растительности позволили разделить их на группы по таким признакам: внешнему и внутреннему строению листа, особенностям корневой системы, размножению, габитусу, продолжительности периода цветения. Наиболее разнообразными являются адаптации, связанные с засолением, высокими инсоляцией и испарением, подвижностью отложений. Сходные приспособления отмечаются на берегах разного типа. В этой связи, прямой зависимости видов адаптации растений от их приуроченности к типам берегов Крыма, не выявлено. Механизмы адаптаций определяются, главным образом, видовой принадлежностью растений. Основываясь на частоте встречаемости видов растений крымских берегов, можно говорить о доминировании среди них биоморфологических адаптаций внешнего и внутреннего строения листа, типа корневой системы и способов размножения.

Работа выполнена по теме государственного задания ИПТС № 121122300072-3.

Список использованной литературы:

Корженевский В.В., Клюкин А.А. Растительность бедлендов Крыма // Экология. – 1989. – № 6. – С. 26–33.

Корженевская Ю.В. Аккумуляционно-денудационные процессы как фактор ценозообразования (на примере некоторых растительных сообществ Крыма): Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.б.н. 1999. – 19 с.

Бондарева Л.В. Растительные сообщества прибрежных территорий Гераклеийского полуострова: классификация и вопросы охраны // Тр. Никит. ботан. сада. – 2004. – Т. 123. – С. 239–244.

Едигарян А.А. Структура флоры приморских ландшафтов абразионных берегов Крымского полуострова // Бюллетень ГНБС. – 2008. – № 96. – С. 5–8.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГОРОДСКОЙ ОКРАИНЫ НА ОСНОВАНИИ ЭНТРОПИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Акынжанов Т.Б.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия
bejlukuu6874@mail.ru

С экологических позиций, города – это «горячие» точки окружающей среды с высокой концентрацией населения, капитала, инфраструктуры и источников загрязнения. Но одновременно крупнейшие города являются центрами инноваций, благоустройства, в их генеральных планах заложены меры по улучшению экологической ситуации. Но города внутренне неоднородны, нередко городские окраины менее благоустроены, обеспечены транспортом и социальной инфраструктурой, на их территории сохраняются экологически опасные объекты. Точная оценка этих проблем требует определения пространственной протяженности городской окраины. Помимо этого, определение городской морфологии, а именно городской окраины, имеет основополагающее значение для исследований устойчивого городского развития. Концептуальная и аналитическая неопределенность городской окраины и общее отсутствие консенсуса среди исследователей очень затрудняют ее измерение. В данном исследовании разработана методика определения границ городской окраины, основанная на теории «краевого эффекта» в ландшафтной экологии (Huang, 2016) и административном подходе. Городская окраина представляет собой переходную зону от городских к сельским районам. Обычно для неё характерно сильное смешение различных землепользований, потому что город постепенно увеличивается в размерах и наползает на сельскохозяйственные территории вокруг, то есть формируется мозаика застроенных территорий и типов сельскохозяйственных угодий (Huang, 2016). Именно поэтому для численного измерения смешения различных землепользований применяется индекс разнообразия Шеннона (формула 1):

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i * \ln P_i, (1)$$

где H — индекс разнообразия. P_i – это доля площади землепользования класса i . Индекс (H) повышается, когда увеличивается количество классов и когда доля малых классов приближается к доле крупных классов в данной единице измерения. Более высокий индекс указывает на городскую окраину, а более низкий индекс на городской центр. В качестве исходных данных для расчёта индекса Шеннона был применен GlobeLand30, продукт данных глобального земного покрова с разрешением 30 метров, который был разработан КНР, последняя доступная версия за 2020 год. (GlobeLand30) Далее расчеты проводились в ПО SAGAGIS. Индекс Шеннона считался в пределах административных границ города. При работе инструмента необходимо выбрать размер скользящего окна, то есть размер квадрата, в котором будут рассчитываться доли площадей, занимаемые определенным классом GlobeLand30. Оптимальный масштаб определяется из следующих двух принципов: ценностная стабильность и сохранение пространственной неоднородности. Из серии разрешения 120 м, 240 м, 480 м, 960 м, 1920 м оптимальным оказалось разрешение в 960 м. Полученный индекс Шеннона загружается в ПО ArcGIS 10.8, где методом естественных границ делится два класса: высокий (городская окраина) и низкий индекс Шеннона (центральная часть города).

Список использованной литературы:

GlobeLand30: Global Geo-information Public Product. Электронный доступ URL: http://www.globeland30.org/Page/EN_sysFrame/dataIntroduce.html?columnID=81&head=product¶=product&type=data (дата обращения 26.09.22)

Huang J., Zhou Q., Wu Z. Delineating urban fringe area by land cover information entropy—an empirical study of Guangzhou-Foshan Metropolitan area, China //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2016. – Т. 5. – №. 5. – С. 59.

ЦИАНОБАКТЕРИИ ФИТОБЕНТОСА ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ КРЫМА

Андреева Н.А.¹, Снарская Д.Д.²

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия
andreeva.54@list.ru, dina.snarskaya@spbu.ru

Основными представителями донной альгофлоры Чёрного моря, как и всей морской биоты, являются диатомовые водоросли и цианобактерии. У микрофитобентоса существует ряд адаптаций к длительному нахождению на глубине при слабом освещении: низкий уровень метаболизма и соответствующий пигментный состав, а также изменение интенсивности поглощения растворенного органического вещества. В афотической бескислородной зоне литоральных осадков, где концентрация биогенных элементов повышена, бентосные микроводоросли способны переходить на гетеротрофное питание и активно развиваться. Указывается (Бондаренко, 2017), что микрофитобентос в целом проявляет высокую степень пространственной неоднородности видового состава, но ещё плохо изучен. Особенно это касается биоразнообразия цианобактерий. Эти организмы, обитающие в экстремальных условиях, могут обладать уникальными биохимическими и физиологическими свойствами, необходимыми для получения новых перспективных лекарств, что делает очевидным важность пополнения штаммами бентосных цианобактерий ранее созданной нами коллекции культур.

Образцы грунта для исследования культивируемых форм бентосных цианобактерий отбирали в течение 2019–2022 гг. в различных зонах Черного и Азовского морей во время 10 экспедиций на гидрографическом судне «Профессор Водяницкий». Всего было получено 165 образцов грунта. Культивирование образцов осуществлялось в течение 30–120 суток в светостате при комнатной температуре. Прижизненные препараты цианобактерий изучались с использованием светового биологического микроскопа Levenhuk 740T при увеличении $\times 400$. Фотографирование культур проводилось при помощи цифровой насадки с использованием компьютерной программы Levenhuk TourView и дальнейшей обработкой изображений в программе Adobe Photoshop CS3 Extended.

В образцах, взятых с глубины 1000–2200 м (сероводородная зона), в процессе культивирования были выявлены только цианобактерии рода *Synechococcus*.

На глубине 100–1000 м (также в сероводородной зоне) обнаруживались представители родов *Synechococcus*, *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Leptolyngbya*, *Spirulina* и другие Oscillatoriales.

В донных осадках с глубины 25–100 м часто встречались разнообразные цианобактерии из родов *Synechococcus*, *Microcystis*, *Chroococcus*, осцилляториевые формы и гетероцистные цианобактерии родов *Nodularia*, *Anabaena* и *Nostoc*.

На небольшой глубине (до 25 м) в грунтах из Чёрного и Азовского морей при культивировании на питательной среде были выявлены цианобактерии родов *Microcystis*, *Synechococcus*, *Merismopedia*, а также несколько представителей порядка Oscillatoriales, в том числе *Spirulina*.

В процессе работы из образцов грунта изолировано 32 штамма цианобактерий, которые переданы для депонирования в Ресурсный центр «Культивирование микроорганизмов» СПбГУ, где в настоящее время проводится их тщательная очистка и адаптация к лабораторному культивированию. Девять культур, изолированных из образцов бентоса, были идентифицированы и оказались представителями шести родов: *Synechococcus* (2 штамма), *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Chroococcidiopsis* (2 штамма), *Nostoc* (2 штамма) и *Nodularia* (2 штамма).

Список использованной литературы:

Бондаренко А.В. Микроводоросли бентоса крымского побережья Азовского моря // Автореф. канд. дис. Севастополь, 2017. 18 с.

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРА ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ *HORDEUM VULGARE*

Бойко Н.Г., Дунаева Е.А.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Россия
natali.boiko1993@mail.ru

Свет является одним из основных аспектов развития и роста растений, под его влиянием происходит фотосинтез, так же лучистая энергия определяет важнейший фактор, определяющий скорость фотосинтеза. Тимирязев К.А. провел более 200 опытов по зависимости скорости фотосинтеза от освещенности, так он установил, что с нарастанием интенсивности освещения скорость фотосинтеза резко возрастает, затем растет медленнее, при достижении максимума становится стабильной. Еще для растений важное значение имеет спектральный состав солнечного света, установлено, что наиболее эффективны красные и синие лучи (Макрушин, Макрушина, 2005).

Потребность растений в интенсивности и качестве света учитывается при выращивании растений при искусственном освещении.

При проведении лабораторных опытов по определению влажности устойчивого завядания растений нами были использованы установки дневного света, обеспечивающие освещенность площадки 5000лк, для



Рисунок 1 – Опыт по определению влажности устойчивого завядания растений методом вегетационных миниатюр. Озимый ячмень, сорт Гордей

получения нужного количества света установили светодиодные лампы синего, красного и белого цветов, количество светодиодов в каждом фотосветильнике: красный (660 нм) 24 штуки, синий (460 нм) 9 штук, белый (холодный) 39 штук.

В частности, растения хорошо реагируют на: синий свет, он способствует сильному росту корней и интенсивному фотосинтезу; красный свет – важен для фотосинтеза, роста стеблей, цветения, производства хлорофилла. Важное значение имеет расстояние, на котором находятся растения от ламп, так же это влияет на интенсивность, зону покрытия и общий рост.

Суть метода заключается в выращивании растений методом вегетационных миниатюр, затем снижении запасов влаги в почве до устойчивой потери растений тургора и определение влажности почвы. Для закладки данного опыта мы использовали озимый ячмень сорт Гордей. Ячмень находился под лампами искусственного освещения 16 часов в сутки, благодаря чему развитие растений проходило хорошо, цвет листа темно-зеленый, корни пронизывали всю толщу почвы. (Николаев, Изотов, 2006)

Список использованной литературы:

Макрушин Н.М., Макрушина Е.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Физиология растений с основами биохимии // Симферополь: Таврия, 2005. – С. 191.

Николаев Е.В., Изотов А.М., Тарасенко Б.А. Растениеводство Крыма // Симферополь: Таврия, 2006. – С. 97.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА САМООЧИЩЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Габдрахимова В.А., Шагидуллин А.Р., Мусина А.А.

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан
Violka9641@gmail.com

Существуют различные методы оценки способности атмосферного воздуха к самоочищению или накоплению вредных примесей на какой-то определенной территории, среди которых в качестве основополагающих следует отметить потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) и метеорологический потенциал (загрязнения) атмосферы (МПЗА) (Безуглая Э.М., 1980). Существенным преимуществом МПЗА является простота вычислений, однако есть и недостатки. Одним из наиболее существенных является отсутствие учета влияния температурного фактора. Поэтому авторами МПЗА был разработан усовершенствованный вариант метеорологического потенциала рассеивающей способности атмосферы – УМПА (Отчет о научно-исследовательской работе, 2014).

Для расчета УМПА использовались данные портала (<http://www.pogodaiklimat.ru/>). Расчеты проводились для прошедшего шестилетнего периода 2016–2021 гг для г.Казань по данным наблюдений метеостанции «Казань-Опорная».

Рассчитанные коэффициенты и УМПА приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета УМПА

Параметр	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее за 6 лет
K_t	3,32	3,53	2,50	3,85	4,95	2,83	3,50
K_v	0,17	0,25	0,28	0,27	0,23	0,22	0,24
$K_{осад}$	1,46	1,63	1,19	1,49	1,58	1,23	1,43
УМПА	4,94	5,42	3,98	5,61	6,76	4,28	5,16

Согласно табл.1 значения K_t , $K_{осад} > 1$ соответствуют хорошим для рассеивания условиям, $K_v < 0,5$ – крайне неблагоприятным. Итоговая сумма УМПА соответствует диапазону благоприятных для рассеивания условий ($УМПА \geq 3,5$).

График изменения УМПА в течение 2016–2021 гг. представлен на рис. 1.



Рисунок 1 – Динамика значений УМПА в г.Казань в 2016–2021 гг.

Как можно видеть из рис.1 в течение 2016–2021 гг. наблюдается тренд на небольшое увеличение УМПА. Наибольший вклад в значения УМПА вносит коэффициент теплообеспеченности.

Список использованной литературы:

Безуглая Э.М. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 184 с.

Отчет о научно-исследовательской работе по теме 1.4.3.15 «Разработать усовершенствованный комплексный метеорологический показатель рассеивающей способности атмосферы (на примере территории Западной Сибири) (заключительный). Новосибирск: ФБГУ «СибНИГМИ», 2014. – 132 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ИСТОЧНИКОВ
ПИТАНИЯ И МЕХАНИЗМОВ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕК КРЫМА**

Гарцман Б.И., Морейдо В.М., Губарева Т.С.

ФГБНУ «Институт водных проблем РАН», г. Москва, Россия

gartsman@inbox.ru

В ИВП РАН в рамках темы государственного задания «Разработка методической базы и цифровых технологий поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма» сформирована группа исследований на малых экспериментальных бассейнах. Целью является выполнение интенсивных экспедиционных и полустационарных натурных исследований на экспериментальных бассейнах для получения информации об особенностях формирования речного стока в различных ландшафтно-гидрологических районах, позволяющую:

- верифицировать и корректировать применяемые модели речного стока;
- повышать надежность параметризации моделей применительно к исследуемым речным бассейнам Крыма;
- оценивать репрезентативность результатов и выводов, полученных в результате моделирования, по отношению к территории Крымского полуострова в целом.

В состав исследований входит: выбор и оборудование малых экспериментальных водосборов в бассейнах рек Бельбека, Салгира и Бююк-Карасу, для выполнения интенсивных полустационарных наблюдений; выбор и обследование 4–6 экспериментальных водосборов с минимальным объемом оборудования, для выполнения сезонных съемок и эпизодических изысканий. Основные экспериментальные водосборы размещены в зоне формирования стока, т.е. в горной части на относительно высоких абсолютных отметках. Дополнительные экспериментальные бассейны располагаются в горной и предгорной зонах с относительно устойчивым стоком.

С начала 2021 года выполнено более 10 циклов полевых натурных исследований на экспериментальных бассейнах, включая: установку метеостанций, гидрометрических створов, иного оборудования, а также гидролого-гидрохимические, снегосьемки и иные виды работ. Всего развернуты 5 автоматические метеостанции и 6 автоматических гидрологических постов; отобрано 450 проб воды на химический анализ и измерено более 140 расходов воды в реках, ручьях, родниках и склоновых дренах. Выполнены предварительные оценки структуры водных масс и основных источников питания речного стока для различных бассейнов, предварительный анализ возможности разработки моделей смещения с использованием метода ЕММА на основе обработанных материалов наблюдений. Выполнена съемка и построение цифровой модели рельефа с БПЛА на характерном участке Ялтинской яйлы в верховьях р. Бельбек, для организации мониторинга снегозапасов в области формирования стока методом повторных съемок заснеженного рельефа в сочетании с наземными снегосьемками.

**АНАЛИЗ ЛИПОФИЛЬНЫХ ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИХ
ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ ЛЕНГМЮРА**

*Гладчук А.С.^{1,2}, Иванова Д.Н.³, Бабенко Д.И.³, Гафт С.С.¹, Александрова М.Л.¹,
Суходолов Н.Г.^{2,4}, Подольская Е.П.^{1,4}*

¹ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

²СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия

³СПбГТИ (ТУ), г. Санкт-Петербург, Россия

⁴ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

aleglad24@gmail.com

К липофильным гидроксилсодержащим природным соединениям относится большое количество биологически активных веществ. Например, монокарбоновые гидроксикислоты, представителями которых являются желчные кислоты и некоторые фитогормоны (абсцизовая и жасмоновая кислоты). Известно, что желчные кислоты являются маркерами таких заболеваний, как холестаз любой этиологии, особенно длительный (вирусный и лекарственный гепатит, билиарный цирроз, первичный склерозирующий холангит, поражение печени при алкоголизме, первичная гепатоцеллюлярная карцинома, острый холецистит с холангитом и др.). В то же время, абсцизовая и жасмоновая кислоты являются маркерами осмотического стресса у растений, который развивается в результате засухи или избыточной засоленности почв. В обоих случаях, при определении маркеров требуются методы исследования, обладающие таким важным качеством, как экспрессность. Методики, использующиеся на сегодняшний день, требуют не только длительной многоступенчатой пробоподготовки, но и использования хромато-масс-спектрометрических методов анализа, которые также весьма затратны. На сегодняшний день масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией (МАЛДИ-МС) является одним из наиболее чувствительных и высокопроизводительных методов анализа. Однако, ограничение метода, как по концентрационному диапазону, так и по компонентности анализируемого образца не позволяют анализировать многокомпонентные пробы.

Недавно была разработана методика быстрого скрининга свободных жирных кислот, также являющихся липофильными соединениями, в виде их монокарбоксилатов бария с использованием технологии Ленгмюра методом МАЛДИ-МС. Было показано, что этот подход отличается не только экспрессностью, чувствительностью, но и высокой воспроизводимостью. Кроме того, предложенный подход не требует высоких затрат на реактивы и расходные материалы, но и очень прост в осуществлении. Нами была проведена оптимизация упомянутой методики для анализа липофильных гидроксилсодержащих природных соединений с использованием технологии Ленгмюра на примере желчных кислот и фитогормонов (абсцизовой и жасмоновой кислот). Показано, что оптимизированная методика также отличается высокой чувствительностью и экспрессностью. Предел обнаружения по массе вещества на мишени для литохолевой кислоты составил 113 пг, холевой кислоты – 123 пг, урсодезоксиохолевой кислоты – 589 пг, абсцизовой кислоты – 61 пг и жасмоновой кислоты – 63 пг.

При экстракции желчных кислот из сухой желчи смесью этанола с н-гексаном по результатам МАЛДИ-МС анализа были определены холевая и хенодесоксихолевая кислоты, а также их конъюгаты с глицином и таурином в виде их монокарбоксилатов бария. Также было показано, что анализ абсцизовой и жасмоновой кислот в составе природных образцов с использованием оптимизированной методики следует проводить в гексановом экстракте из высушенной вытяжки, полученной из растительного материала.

Таким образом, апробация предложенного подхода при МАЛДИ-МС анализе экстрактов из природных образцов продемонстрировала возможность использования методики для быстрого скрининга с целью определения монокарбоновых гидроксикислот в природных и биологических образцах.

РАЗРАБОТКА СУБД БИОИНДИКАТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ГИДРОБИОЦЕНОЗОВ ПРИРОДНЫХ ВОДОТОКОВ

Горбунова Т.Л.¹, Матова Н.И.¹, Бабич В.Р.²

¹Филиал ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Сочи, Россия

²Сочинский институт (филиал) РУДН, г. Сочи, Россия

tatianashaw@mail.ru

В результате проводимых авторами исследований (Гудкова, Матова, Горбунова, 2021; Горбунова Т.Л., Матова, 2020; Гудкова, Горбунова, 2019) выявлено и доказано, что биологические параметры, отражающие процессы в гидроэкосистемах водотоков, являются надежными индикаторами состояния природной среды бассейна данного водного объекта. Предложенная система гидробиологических индикаторов может быть использована как основной интегральный, относительно недорогой и не требующий специального оборудования инструмент мониторинга при системном комплексном подходе к управлению природными ресурсами на территориях водосбора рек.

Первичные материалы по гидробиологическим пробам, отобраным в ходе исследований семи рек Черноморского побережья Кавказа на 15 станциях, расположенных на различных по высотности и характеру природопользования участках, а также рассчитанные на их основе 10 биоиндикаторных параметров сообществ макрозообентоса, легли в основу базы данных (Свидетельство, 2021). Параметры, приведенные в базе данных, представляют научный и практический интерес для оценки гидробиологического и экологического состояния природных водотоков, в исследованиях стресс-толерантности гидробионтов к экстремальным условиям среды, а также для определения трофического потенциала водотоков для развития популяций ценных и эндемичных видов рыб. База данных служит для удовлетворения информационных потребностей специалистов в области гидробиологии, экологии, охраны природы, может использоваться для построения информационных слоев в GIS системах, а имеет образовательное значение для преподавания биолого-экологических дисциплин.

Далее была разработана система управления базой данных. Программа предназначена для внесения первичных данных по отборам гидробиологических проб, расчета на их основе биоиндикаторных параметров сообщества макрозообентоса природных водотоков и выполнения запросов на получение сортированной информации по выбранным фильтрам. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: ввод, обновление и удаление данных; проверка вводимых данных на соответствие типа в поле интерфейса и поля в базе данных; расчет биоиндикаторных параметров; систематизация данных; формирование выборок и визуализация отчетов в виде электронных таблиц; доступ к базе данных удаленно (посредством Интернет) через учетную запись с разделением по правам доступа. Язык программирования: JavaScript, PostgreSQL, Python. Подана заявка на госрегистрацию.

Список использованной литературы:

Горбунова Т.Л., Матова Н.И. Методология мониторинга и управления экологическим состоянием рек с использованием интегральных биоиндикаторов и методов управления качеством // Устойчивое развитие горных территорий. 2020. Т. 12. № 4 (46). С. 483-492. DOI: 10.21177/1998-4502-2020-12-4-483-492

Гудкова Н.К., Горбунова Т.Л. Тестирование системного подхода для оценки комплексного воздействия природных и антропогенных факторов на гидро- геобиотопы реки Битха // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Системы контроля окружающей среды – 2019». 2019. С. 180.

Гудкова Н.К., Матова Н.И., Горбунова Т.Л. Учет влияния геологических процессов бассейнов рек в интегрированном управлении водными ресурсами // Фундаментальные исследования. 2021. № 9. С. 21-25. DOI: 10.17513/fr.43088

Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2021622309 «Биоиндикаторные параметры состояния гидробиоценозов рек Черноморского побережья Кавказа (IV кв. 2016 г. - I кв. 2019 г.)» / Н.И. Матова, Т.Л. Горбунова: заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Институт природно-технических систем», – №2021622309 от 28.10.2021. Заявка № 2021622162 от 15.10.2021. Бюл. № 11–2021, 21.10.2021–20.11.2021.

**ИЗМЕРЕНИЕ СТВОЛОВОГО СОКОДВИЖЕНИЯ В РАМКАХ
ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РЕЧНОГО БАССЕЙНА
В ЮЖНОМ ПРИМОРЬЕ**

Губарева Т.С.^{1,2}, Лунаков С.Ю.², Шамов В.В.², Гарцман Б.И.^{1,2}

¹ФГБУН «Институт водных проблем РАН», г. Москва, Россия

²ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН», г. Владивосток, Россия
Tgubareva@bk.ru

В лесных ландшафтах в межпаводочные периоды эвапотранспирация становится основной гидрологической функцией малого речного бассейна. Это проявляется в суточной динамике стока, которая обычно находится в противофазе с колебаниями температуры воздуха. Такую динамику можно связать с интенсивностью физиологического испарения, на которое по некоторым оценкам приходится до 80–90% от суммарного. Следовательно, информации о транспирации может быть достаточно для первичной оценки суммарного испарения с поверхности водосбора.

С целью привлечения данных о стволовом сокодвижении в исследования водного баланса бассейнов и гидрологическое моделирование с 2019 г. был организован его инструментальный мониторинг на малом экспериментальном водосборе в верховьях р. Уссури (Приморский край, РФ). Применялась измерительная система “EMS 81” (Брно, Чехия), в основе которой использован метод теплового баланса участка дерева (*Tissue Heat Balance* – сокращение *ТНВ*) (Сermak et al., 2004). Объекты исследования в 2020 г. – четыре экземпляра пихты белокорой (*Abies nephrolepis*), типичные представители древесной растительности водосбора. В ходе мониторинга были получены серии часового и суточного разрешения: расходов ксилемного потока (Q_{tree}), метеорологических параметров, а также объемной влажности почвы, температуры почвы, обхвата дерева.

В задачи исследования входили анализ основных факторов процесса транспорта влаги в стволах деревьев и адаптация модели множественной линейной регрессии для воспроизведения индивидуальных серий ксилемного расхода по метеорологическим данным, что позволит определить оптимальную структуру статистической модели транспирации.

Объем транспортируемого потока влаги за вегетационный период в зависимости от диаметра дерева составляет от 1720 до 5620 л, а средние за сезон суточные скорости сокодвижения в ксилеме – от 0,3 до 1,0 см/час. В часовой динамике Q_{tree} наблюдается выраженный суточный ритм, при этом амплитуда суточных колебаний снижается от мая к октябрю. В целом, между исследованными деревьями отмечается согласованность динамики стволового сокодвижения, но есть и отличия, обусловленные индивидуальными особенностями. Оптимальная величина временного сдвига измерений метеорологических характеристик из-за инерционности процесса составляет: для влажности и температуры воздуха, дефицита насыщения водяного пара – 1 час вперед, для солнечной радиации – 2 часа вперед.

Выполнено моделирование динамики сокодвижения на основе линейных регрессионных зависимостей с различным набором предикторов. Оценка их качества показала, что наиболее оптимальная структура модели включает два предиктора – влажность и температуру воздуха. Результаты проверки на тестируемых выборках показали, что для периода с мая по октябрь модельные серии значений Q_{tree} для трех экспериментальных деревьев из четырех достаточно близки к измеренным: коэффициент корреляции – 0,79–0,88, коэффициент Нэша-Сатклиффа – 0,62–0,85.

Список использованной литературы:

Сermak J., Kučera J., Nadezhdina N. Sap flow measurements with some thermodynamic methods, flow integration within trees and scaling up from sample trees to entire forest stands // *Trees*. – 2004. №. 8. – P. 529–546.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Егоркин А.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
egorkin1974@yandex.ru

В соответствии со Стратегией национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 02.07.21 г. №400, экологическая безопасность является составной частью национальной безопасности России. Задача обеспечения экологической безопасности России признана одной из основных функций государства и требует новых, современных подходов для ее решения, основанных на совершенствовании системы обеспечения экологической безопасности. Обеспечение экологической безопасности предполагает осуществление системы мер, связанных с нормативно-правовым, технологическим, экономическим управлением и контролем за состоянием отдельных объектов экологической безопасности.

Система обеспечения экологической безопасности включает в себя большое количество сложных связей, отношений, информации которых чаще всего слабо структурированы и не всегда доступны лицам, принимающим решения. Примером систем, обеспечение экологической безопасности которых включают большое количество сложных связей, являются природно-технические системы (ПТС).

Природно-техническая система представляет собой целостную, упорядоченную в пространственно-временном отношении совокупность природных и техногенных элементов, функционирующих как единая система (Бондарик, 2002). В состав ПТС входит достаточно конкретная часть окружающей природной среды, находящаяся в зоне влияния технической системы. Влияние во многом зависит от вида технической системы. Оно может проявляться в разнообразных геологических, гидрологических, атмосферных и биологических процессах (Бондарик, 2004). В связи со сложностью процессов, происходящих в ПТС, для создания системы поддержки принятия решений (СППР), которая предназначена для решения задач, связанных с проблемными ситуациями в области обеспечения экологической безопасности, предлагается применение онтологического подхода на основе компьютерных технологий.

Онтология – это такая форма представления знаний, которая может быть понята как человеком, так и компьютером. В основе любой онтологии лежит модель области знаний. Преимуществами онтологии по сравнению с другими методами структурирования информации являются наличие иерархии, таксономии (словаря), наследования (Санжапов, 2017). Онтологическая модель позволяет формализовать знания о предметной области и данные, описывающие предметную область, а также осуществлять создание новых знаний методами искусственного интеллекта.

Поэтому использование онтологического подхода для разработки СППР с целью совершенствования системы обеспечения экологической безопасности ПТС с применением методов и средств информационно-аналитического обеспечения является актуальным.

Список использованной литературы:

Бондарик Г.К. Теория геологического поля – М.: РИЦ ВИМС, 2002.

Бондарик Г.К. Эколого-геологическая проблема и природно-технические системы – М.: Икар, 2004.

Санжапов Б.Х. Разработка процесса унификации представления данных результатов экологического мониторинга атмосферного воздуха // Санжапов Б.Х., Молодцова С.В., Ращевский Н.М., Синицын А.А. // Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. 2017. № 8 (203). С. 78–81.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РАЙОНА И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ КРЫМА В 2021–2022 ГГ.

Еркушов В.Ю., Шибаета С.А., Дьяков Н.Н.

Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова, Росгидромет
slaverk@ukr.net

Содержание тяжелых металлов (железо, свинец, медь, хром, марганец), мониторинговым исследованиям которых в морских водах Крыма посвящена данная работа, интенсивно изучались в 70-х – начале 90-х годов XX века (Гидрометеорология, 1996). В 2019 г., на базе лаборатории химии моря Севастопольского отделения ФГБУ «ГОИН» были возобновлены активные научные исследования содержания, прежде всего, токсичных тяжелых металлов в водах Севастопольской бухты, взморья Севастополя, а также в районах прибрежных вод Южного берега Крыма, подвергающихся интенсивному антропогенному загрязнению.

Обсуждаемые изучения содержания вышеуказанных тяжелых металлов проводились атомно-абсорбционным методом с использованием отечественного атомно-абсорбционного (АА) спектрометра «Квант-Z», принадлежащего СО ФГБУ «ГОИН».

За период с января 2021 г. по июль 2022 г. в данных районах прибрежных вод Крыма нами были проанализированы порядка 670 проб. В целом за обсуждаемый период наблюдений концентрации тяжелых металлов варьировали в следующих диапазонах (мкг/дм³):

– для железа за исследуемый период получены концентрации, равные 2 – 225, что в пересчете в единицах ПДК составило 4,5 ПДК;

– для свинца за аналогичный период были зафиксированы концентрации в диапазоне 2 – 50,4, что в пересчете в единицах ПДК составило значение 5 ПДК;

– для меди за вышеуказанный период исследований получены значения концентраций, равные 1 – 79,7, что в пересчете в единицах ПДК достигло максимума в 8 ПДК;

– для хрома за исследуемый период характерны значения концентраций в диапазоне 1 – 10, что, в свою очередь в пересчете в единицы ПДК составило 0,2 ПДК;

– для марганца за аналогичный период значения концентраций колебались в диапазоне 1 – 50,1, что составляет в пересчете на единицы ПДК значение 1 ПДК.

Таким образом, за исследуемый мониторинговый период содержание тяжелых металлов в прибрежных водах Крымского полуострова, как и в предыдущем периоде наблюдений, вызывает определенное опасение. Наиболее пристальное внимание следует уделить концентрациям свинца, меди и железа, поскольку данные токсичные металлы способны существенно изменять химический состав морских вод рекреационных зон антропогенно активных регионов.

Список использованной литературы:

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV Черное море. Вып. 3 «Современное состояние загрязнения вод Черного моря». Севастополь «ЭКОСИ-Гидрофизика», 1996. – С. 154–163.

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ПЕРЛОВИЦ НА НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

Журавский В.Ю., Трусевич В.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
vector@mail.ru

В водные системы ежегодно поступают огромное количество загрязняющих веществ, среди которых нефтяное загрязнение занимает одно из главных мест. По уровню токсикологических воздействий на биоту нефтяное загрязнение относится к разряду наиболее опасных для водных экосистем. В условиях быстро возрастающей интенсивности загрязнения рек, пресноводных водоемов и других источников водообеспечения населения, все большее значение приобретают автоматизированные биоэлектронные системы контроля вод, поступающих в системы водообеспечения населенных пунктов.

Наиболее надежным способом получения объективной информации о динамике изменения экологических параметров является непрерывный оперативный биомониторинг на основе автоматических станций непрерывного действия. Для проведения экспериментов использовали разработанный нами комплекс автоматизированного биосенсорного контроля водной среды. Комплекс является аналогом систем Musselmonitor и Dreissena-monitor, широко используемых во многих странах Европы.

Исследовали чувствительность моллюсков – перловиц с использованием в качестве компонента нефтяного загрязнения дизельного топлива в концентрациях: 0,5 мл; 0,05 мл; 0,025 мл и 0,005 мл на литр воды. Продолжительность воздействия токсиканта в каждом эксперименте составляла 2 часа. Общая динамика уровня раскрытия створок моллюсков в эксперименте изображена на рисунке 1.

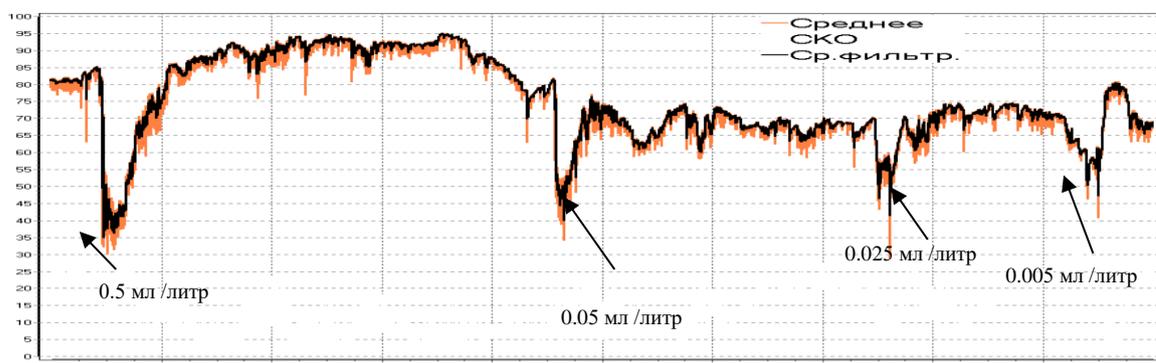


Рисунок 1 – Уровень раскрытия створок моллюсков

Как показали наши исследования, моллюски демонстрируют высокую чувствительность к присутствию дизельного топлива в водной среде, проявляющуюся в резком увеличении частоты бессистемных схлопываний (10–20) в час, что является характерным признаком стрессовой ситуации. Скрининг – тесты воздействия дизельного топлива на поведенческие реакции моллюсков-перловиц позволили установить, что нижний порог чувствительности моллюсков составляет 0,005мл/л – соответствует уровню ПДК для рыбохозяйственных предприятий.

Полученные данные об особенностях поведенческих реакций пресноводных моллюсков и результаты испытаний разработанных приборов являются достаточно полной базой для разработки систем автоматизированного биомониторинга водной среды, на основе поведенческих реакций моллюсков, во всех сферах современного водопользования.

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ПО ПРОГРАММЕ МОНИТОРИНГА
ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

Задкова А.Г., Смирнова Е.А.

ООО «СамараНИПИнефть»,

ZadkovaAG@samnipi.rosneft.ru, MironovaEA@samnipi.rosneft.ru

Тема экологии на предприятиях нефтегазодобывающего комплекса не теряет своей актуальности на протяжении более 50 лет, т.к. до сих пор нет универсальных методик по ликвидации последствий потерь нефтепродуктов под заводами, а главное алгоритмов мониторинга для недопущения подобных экологических катастроф. В результате технологических потерь за годы работы нефтеперерабатывающих заводов формируются техногенные залежи нефтепродуктов, которые и представляют собой угрозу экологическому балансу, как на территории предприятия, так и на близлежащих участках. Под техногенными линзами понимается скопление нефтепродуктов, имеющее антропогенное происхождение, которое приводит к возникновению постоянного источника загрязнения окружающей среды: почвы, воздуха, подземных вод (Ахмадова и др., 2013).

В данной работе разработан комплексный подход по мониторингу техногенных образований под НПЗ, в котором можно выделить несколько этапов: разработка программы производства работ (идентификация образования, оборудование загрязненной территории сетью скважин и дренажных систем, сбор и обработка материалов), проведение исследований (опробование скважин, отбор проб воды, почвы и воздуха, лабораторные исследования).

Для начала важно определить границы территории, где произошел разлив нефти, предоставить прогноз распространения его по площади и на глубину. Для указанных целей производится картирование участков разлива нефтепродуктов при помощи геофизических методов. Для реализации мероприятий по мониторингу необходимо оборудовать загрязненную территорию сетью наблюдательных скважин, систематизировать проведение режимных наблюдений: отбор проб воды, почвы и воздуха на химический анализ, измерение уровней нефтепродуктов в скважинах. Вся полученная информация необходима для построения карт уровней нефтепродуктов в программном комплексе Surfer, что позволяет отследить динамику распространения техногенного образования. На основе карт толщин линзы возможно построить геологическую модель, что позволит произвести предварительную оценку запасов техногенного образования (Мингалева и др., 2018).

Необходимым условием для обеспечения эффективности работ по минимизации ущерба, наносимого окружающей среде, является проведение мониторинга состояния компонентов геологической среды. Проведение режимных наблюдений позволит отслеживать изменения, которые происходят в экосистеме и вовремя предотвратить распространение загрязнений.

Список использованной литературы:

Ахмадова Х.Х., Идрисова Э.У., Такаева М.А. Проблема техногенных залежей в Российских регионах // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 8 (15). С.69–73.

Гусева Е.В., Авдеев А.Е, Задкова А.Г. , Медведев К.С. Создание концептуальной модели распространения техногенной линзы углеводородов под НПЗ с использованием программных продуктов Surfer и Petrel // В мире научных открытий. 2020. № 8 (15). С.69–73.

Мингалева Т.А., Сенчина Н.П, Миллер А.А. Картирование участка разлива нефти методами ЕП и ИЭМП // Гидрометеорология и экология. 2018. № 3. С.171–180.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКА ПЕТРОВСКАЯ БАЛКА

Иванютин Н.М., Волкова Н.Е., Пихтерева А.В.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Россия
volkova_n@niishk.ru

Петровская балка считается одной из самых неблагоприятных с экологической точки зрения территорий г. Симферополь. В течение многих лет в узкую и глубокую балку, расположенную в восточной части города вблизи от историко-археологического музея-заповедника Неаполь Скифский, сбрасывался бытовой и строительный мусор, что в свою очередь оказывало негативное воздействие на водоток, протекающий по ее дну. Ниже на рисунке 1 показано, во что превращается данный водный объект после сильных дождей.



Рисунок 1 – Водоток Петровская балка после июльских ливней 2022 г.

Началом этого водного объекта служит скопление родников в районе пересечения улиц Петровская балка и Археологическая. Данный водоток является притоком р. Салгир первого порядка. Устье этого водного объекта расположено около школы № 24. Длина водотока Петровская балка составляет около 1 км. Существенный вклад в формирование его стока вносят обустроенный родник, расположенный в 300 м от истока, и сбросы с водоподготовительных очистных сооружений г. Симферополь.

В ходе обследований, проведенных в 2022 г., включавших в себя изучение качества водных ресурсов в полевых и стационарных условиях (определялись электропроводность, рН, солевой состав, содержание растворенного кислорода, железа, меди, цинка, кадмия и свинца) было зафиксировано высокое содержание в стоке нитратов – более 200 мг/дм³. Несмотря на то, что по другим отслеживаемым показателям не было отмечено превышения предельных допустимых концентраций, оценка устойчивости водотока (таблица 1), выполненная на основе методики, разработанной Тимченко З.В. (Тимченко, 2002), показала неблагоприятную экологическую обстановку. Это свидетельствует о необходимости реализации мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия антропогенной деятельности на сам водоток и территорию его водосборной площади, а именно ликвидации свалок строительного и бытового мусора в верховьях балки, обустройства домовладений, расположенных вблизи от Петровской балки, системами централизованного водоотведения.

Таблица 1 – Результаты оценки экологической устойчивости водотока
Петровская балка

Участок водотока	КПЭС _{ср}	КПЭС _{min}	Идентификация состояния
Верховье	0,26	-0,12	с очагами неустойчивости
Устье	0,29	-0,11	с очагами неустойчивости

Реализация данных действий позволит не только улучшить экологическое состояние водотока в Петровской балке, но и будет способствовать снижению количества загрязняющих веществ, поступающих из данного водного объекта в р. Салгир.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-27-20062, <https://rscf.ru/project/22-27-20062/>.

Список использованной литературы:

Тимченко З.В. Водные ресурсы и экологическое состояние малых рек Крыма. – Симферополь: Доля, 2002. – 152 с.

ПОВЕДЕНИЕ ЛИЧИНОК И ПОСТЛИЧИНОК МИДИИ, МИТИЛЯСТЕРА И АНАДАРЫ НА КОНТРОЛЬНЫХ СУБСТРАТАХ С ВОРСИСТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Казанкова И.И.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
ikazani@bk.ru

Источником воспроизводства бентосной части популяций многих беспозвоночных, имеющих планктонную стадию развития, является пополнение их поселений постличинками, образовавшимися после метаморфоза осевших на субстрат личинок. С помощью специальных субстратов, имеющих ворсистую поверхность (Казанкова, Щуров, 2010) или нитчатую структуру (Menge et al. 2009) и помещенных в естественную среду, можно количественно оценивать потенциал пополняемости популяций некоторых двустворчатых моллюсков. В Черном море такими видами, значимыми с научной и практической точек зрения, являются, например, мидия *Mytilus galloprovincialis* Lamark 1819, митилястер *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), а также недавний вселенец анадара *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Контроль их пополняемости может быть составляющей комплексного мониторинга биоты прибрежных морских экосистем в изменяющихся условиях климатического и антропогенного генезиса.

В лабораторных условиях было определено, что в отличие от зрелых педивелигеров мидий, более мелкие молодые педивелигеры слабо оседают на гладкую поверхность (Бейне 1965). Они предпочитают нитчатый субстрат, на который успешно оседают только в движущейся воде (Eyster, Pechenik, 1987). Это обеспечивается тем, что в подвижной воде личинки рефлекторно вытягивают ногу, с помощью которой захватывают нити субстрата (Казанкова, 2016).

Из полученных соотношений численностей постличинок на субстратах с вористой поверхностью и гладких стеклянных пластинках можно заключить, что педивелигеры митилястера и анадары имеют сходные с личинками мидий поведенческие особенности при оседании (Казанкова, 2019).

В течение нескольких суток после оседания постличинки мидии, митилястера и анадары распределяются таким образом, что по контуру ворсистого субстрата, расположенного на цилиндрическом каркасе, их плотность оказывается существенно выше, чем на поверхности средней части этого субстрата.

Перечисленные особенности поведения мидии, митилястера и анадары при оседании и на стадии постличинки необходимо учитывать для совершенствования методов измерения потенциальной пополняемости популяций данных моллюсков.

Список использованной литературы:

Казанкова И.И., Щуров С.В. Способ изучения пополняемости поселений мидии, митилястера и анадары в прибрежной зоне Черного моря: патент 2548105 РФ. МПК А01К 61/00 № 2014150175/93 / патентообладатель ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН». Опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

Menge B.A., Chan F., Nielsen K.J. et al. Climatic variation alters supply-side ecology: impact of climate patterns on phytoplankton and mussel recruitment // Ecological Monographs. 2009. Vol. 79. № 3. P. 379–395.

Bayne B.L. Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.) // *Ophelia*. 1965. Vol. 2. № 1. P. 1–47.

Eyster L.S., Pechenik J.A. Attachment of *Mytilus edulis* L. larvae on algal and byssal filaments is enhanced by water agitation // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1987. Vol. 114, №2/3. P. 99–110.

Казанкова И.И. Поведенческие реакции оседающих педивелигеров *Mytilus galloprovincialis* Lam. при различных режимах движения воды // Системы контроля окружающей среды. 2016. № 3 (23). С. 119–124.

Казанкова И.И. Определение потенциальной пополняемости поселений мидии, митилястера и анадары в прибрежных акваториях Черного и Адриатического морей с помощью экспериментальных субстратов // Системы контроля окружающей среды. 2019. № 3 (37). С. 112–119.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ГЛУБИНЕ ПОСТЛИЧИНОК МИДИИ, МИТИЛЯСТЕРА И АНАДАРЫ НА КОНТРОЛЬНЫХ СУБСТРАТАХ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ЮЖНОГО И ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Казанкова И.И.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

ikazani@bk.ru

Распределение численности постличинок на контрольных субстратах по глубине таких массовых видов черноморских моллюсков как мидия, митилястер и анадара следует учитывать при организации мониторинга потенциальной пополняемости поселений данных моллюсков и в марикультуре (мидия и анадара являются объектом культивирования, при этом митилястер – сопутствующий им вид).

Основная масса естественных поселений скальной формы мидии в прибрежной зоне Черного моря располагается на глубинах от 0 до 10 м, иловой – от 20 до 50 м. Численность митилястера при увеличении глубины от 0 до 30 м быстро снижается, и постоянно размножающиеся особи встречаются в поселениях на малых глубинах (Митилиды..., 1990). Анадара в настоящее время в массовом количестве встречается на глубинах до 30–45 м (Щербань, Ревков, 2017). Личинки исследуемых моллюсков (на стадии «без глазка» и «с глазком») в прибрежных водах южного и юго-западного Крыма в слое воды, располагающейся от поверхности до глубин 40–75 м, распределены неравномерно. Великонхи митилястера, размножающегося в первой половине лета, концентрируются в слое воды 0–10 м, анадары, для которой характерен нерест во второй половине лета – 0–25 м. Педивелигеры мидии, нерест которой может наблюдаться в разные сезоны года, в массовом количестве могут встречаться как в поверхностных, так и в глубинных слоях воды (Казанкова, 2002, 2014)

Из данных, полученных в отдельные годы с конца 20 века по настоящее время у южных и юго-западных берегов Крыма, следует, что численность постличинок исследуемых моллюсков, образовавшихся на контрольных субстратах из осевших личинок, по глубине также распределены неравномерно. В летний период в исследованном слое воды (3–20 м) повышенная численность постличинок митилястера, образовавшихся на контрольных субстратах, была характерна для верхнего горизонта (3 м). Со второй половины августа и осенью максимальные численности постличинок моллюска на субстратах наблюдаются уже на средних горизонтах глубины. Это связано с вторичным оседанием митилястера (то есть оседанием не личинок, а постличинок, имеющих более низкую плавучесть). У открытых берегов Крыма постличинки мидии, как правило, увеличивают свою численность на контрольных субстратах с глубиной, в то время как в прибрежье Севастополя повышенное их количество может наблюдаться как на верхнем (3 м), так и на нижнем (11 м) горизонтах глубины. Для анадары также характерно постепенное увеличение численности постличинок с глубиной. На горизонте 11–15 м их количество может повышаться на два порядка, по сравнению с 3 м.

Список использованной литературы:

Митилиды Черного моря / В.Е. Заика, Н.А. Валовая, А.С. Повчун, Н.К. Ревков/ Киев: Наукова думка, 1990. 205 с.

Щербань С.А., Ревков Н.К. Современное состояние эколого-биологических исследований двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) как перспективного объекта культивирования в Черном море / Материалы докл. VIII всерос. научн. конф. «Промысловые беспозвоночные» (Калининград, 2–5 сентября 2015 г.). Калининград. 2015. С. 259–262.

Казанкова И.И. Сезонная динамика личинок двустворок и их вертикальное распределение в прибрежном планктоне внешнего рейда Севастопольской бухты (Черное море) // Экология моря. 2002. № 61. С. 53–59.

Казанкова И.И. Особенности сезонной динамики численности личинок мидии *Mytilus galloprovincialis* у берегов Крыма (по многолетним данным) // Гидробиологический журнал. 2014. Т. 50, №1. С. 15–23.

**ПОЗДНЕЕ ВЕСЕННЕЕ ОСЕДАНИЕ МИДИИ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ
СЕВАСТОПОЛЯ В 2022 Г. КАК МОМЕНТ В МОНИТОРИНГЕ ПОПОЛНЯЕМОСТИ
ЕЕ ПОПУЛЯЦИИ И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Казанкова И.И., Шлык А.В., Клименко А.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
ikazani@bk.ru

В водах, прилегающих к Севастополю, как и в других акваториях Черного моря личинки мидии в массовом количестве появляются в результате нереста, который, в основном, проходит дважды в году – осенью и весной (Захваткина, 1963). Массовое оседание мидии на субстрат у берегов Севастополя обычно наблюдается во второй половине осени и декабре (Казанкова, 2017). В холодный период (январь – февраль) оседание, как правило, слабое, но в отдельные годы, например, в 2000 и 2013 гг., бывает хорошо выражено (Казанкова, 2006; 2017). Весеннее оседание может начинаться в марте. В этом случае его источником могут быть крупные педивелигеры, образовавшиеся ранее и находящиеся несколько месяцев в планктоне (Казанкова, 2006). В апреле к ним могут присоединиться более молодые зрелые личинки (Хрс-Бренко, 1973; Казанкова, 2006; Kazankova, 2014). Это, в свою очередь, может привести к оседанию мидии с повышенной, по сравнению с другими месяцами, интенсивностью. Апрельский пик оседания больше характерен для прибрежных вод Южного берега Крыма. По многолетним данным в водах Севастополя весенний пик оседания чаще приходится на май – июнь (Казанкова, 2017).

В 2022 гг. наблюдалась затяжная холодная зима и короткая весна с быстрым прогреванием поверхностных вод. Результатом этого мог быть интенсивный и короткий по времени поздний нерест мидий и дружное оседание личинок на субстрат. О возможности этого свидетельствует появление в начале июля в прибрежной зоне Севастополя на свободных поверхностях буйков и поплавков, помещенных в воду в начале года, плотной щетки очень мелких мидий. Длина моллюсков не превышала 10 мм, и на 80% их поселения состояли из черных особей. Остальные особи были темно-коричневыми. Весной 2000 г., для которого была характерна относительно теплая зима и ранняя весна, мидии также оседали на субстраты, выставленные в начале года. Уже в конце мая длина моллюсков достигала 10 мм, доли черных и коричневых особей при этом были практически одинаковыми (Казанкова, 2006).

Формированию большого количества черных особей из личинок, осевших в конце весны – начале лета 2022 г. может способствовать длительное и интенсивное воздействие на моллюсков в течение суток солнечного света. Отсюда, соотношение фенотипов в поселениях мидий, которое используется как показатель загрязненности среды (Челядина, Попов, 2018), может определяться воздействием на моллюсков естественных факторов среды.

Список использованной литературы:

Захваткина К.А. Фенология личинок двустворчатых моллюсков Севастопольской бухты // Тр. Севастоп. биол. станции. 1963. Т. 16. С. 173–175.

Казанкова И.И. Потенциальная пополняемость мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. в условиях Южного берега Крыма и Севастопольской бухты // Системы контроля окружающей среды. 2017. № 10 (30). С. 102–108.

Казанкова И.И. Формирование поселений *Mytilus galloprovincialis* Lam. на искусственных субстратах у южных и юго-западных берегов Крыма // автореф. дисс.... канд. биол. наук: 03.00.17 / Ин-т биологии южных морей НАН Украины. Севастополь, 2006. 24 с.

Hrs-Brenko M. The study of mussel larvae and their settlement in Vela Draga Bay (Pula, the northern Adriatic Sea) // Aquaculture. 1973. Vol. 2. P. 173–182.

Kazankova I.I. Peculiarities of seasonal dynamics of *Mytilus galloprovincialis* larvae numbers in the coastal zone of the Crimea (based on long term data) // Hydrobiological Journal. 2014. Vol. 50, № 3. С. 13–20.

Челядина Н.В., Попов М.А. Сравнительная характеристика экологического состояния акваторий в районах размещения марихозийств (Севастополь, Черное море) // Учен зап. Крымск. федер. универ. им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2018. Т. 4 (70). № 2. С. 148–156.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИПРЕНОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ХРОМАТОГРАФА «МИЛИХРОМ А-02»**

Калнина Я.К.¹, Хаюрова А.В.², Бабенко Д.И.², Краснов К.А.¹, Краснова А.А.¹, Мельникова М.В.¹, Гладчук А.С.^{1,3}, Суходолов Н.Г.^{3,4}, Подольская Е.П.^{1,4}, Шустов Е.Б.¹

¹ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

²СПбГТИ (ТУ), г. Санкт-Петербург, Россия

³СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия

⁴ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

kln.yana.k@gmail.com

Полипренолы – длинноцепочечные ненасыщенные спирты, участвующие в биосинтезе полисахаридов и гликозилировании белков в фотосинтетических тканях растений, а также синтезе пептидогликанов в бактериях, обладающие противовирусной, гепатопротекторной, иммуномодулирующей и противоопухолевой активностью. На сегодняшний день для определения полипренолов в различных биологических матрицах используют хроматографические методы. Количественный анализ полипренолов чаще всего осуществляется с использованием обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым или масс-спектрометрическим детектором. В настоящее время производством жидкостных хроматографов занимается значительное количество как зарубежных, так и отечественных фирм. Среди отечественных производителей стоит отметить «Аквилон», «ЭкоНова», «Хромос». В нашей работе использовался жидкостный хроматограф «Милихром А-02» производства компании «ЭкоНова», который успешно используется в России и за её пределами. К его достоинствам можно отнести малые габариты и вес, что обеспечивает его портативность, а также малые эксплуатационные расходы (элюенты, колонки) и высокую воспроизводимость результатов. Соответственно, целью данной работы была разработка методики анализа полипренолов в экстрактах и биологических образцах с использованием хроматографа «Милихром А-02».

Разработку методики проводили с использованием коммерческого продукта «Пренолит» СТО 82638809-003-2016 (полипренолы). Количественное содержание полипренолов — 90%. Изготовитель: ООО «Солагифт». Анализ проводили с применением колонки ProntoSIL 120-5-C18 AQ 75 мм x 2 мм x 5 мкм при элюировании в градиентном режиме (компонент А – метанол, компонент В – изопропиловый спирт) при скорости потока элюента 0,2 мл/мин и температуре колонки 50°C. Градуировочный график для определения полипренолов был построен в диапазоне концентраций от 0,5 до 20,0 мкг/мл. Полученная линейная зависимость характеризуется уравнением первого порядка: $y = 0,255x + 1,338$ и коэффициентом детерминации R^2 равным 0,9999. Предел обнаружения составил 0,05 мкг/мл при объеме пробы 0,01 мл. При этом относительная погрешность в большинстве измерений не превышала 1,1%, а относительное стандартное отклонение – 3,1 %.

С использованием разработанной методики был проведен анализ полипренолов в составе многокомпонентной биологически-активной фармацевтической рецептуры, состоящей из экстракта биологически активных веществ из *Saccharina latissima*, лиофилизированной икры зеленого морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis*, «Пренолита» и рафинированного подсолнечного масла «Золотая семечка». Было показано, что определение содержания полипренолов в составе смеси может быть проведено с высокой точностью и прецизионностью.

Таким образом, можно сделать вывод, что «Милихром А-02» может с успехом применяться для определения полипренолов при решении задач фармацевтики и контроля качества пищевых продуктов.

ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ АГРОНОМИЧЕСКИ ПОЛЕЗНЫХ БАКТЕРИЙ В СУСПЕНЗИИ АКРИЛАТНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ

Крыжко А.В., Дидович С.В.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Россия
kryzhko_a@niishk.ru

Полимерные гидрогели применяются в агрономии для улучшения физико-химических свойств почв и усиления доступности удобрений. Способность бактерий к адгезии на поверхности гидрогелей и повышенная по сравнению со свободными формами жизнеспособность делает перспективным использование бактериально-гидрогельных композиций в сельском хозяйстве. Особенно важным представляется применение композиций на основе акрилатных гидрогелей и агрономически полезных штаммов азотфиксаторов, фосфатмобилизаторов, энтомопатогенов и антагонистов фитопатогенов.

В исследовании использованы экспериментальные гидрогели, разработанные учеными ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» и ФГБОУ ВО «Воронежский университет». Гидрогели представляют собой редкосшитые сополимеры акриловой кислоты, акрилата калия и акриламида. Антибактериальное действие гидрогелей изучали методом лунок в чашках Петри по Й. Сэги. В качестве тест-культур использовали агрономически полезные микроорганизмы Крымской коллекции (<http://www.ckrp-rf.ru/usu/507484/>) разной функциональной направленности: симбиотические азотфиксаторы гороха *Rhizobium leguminosarum* К-29 и сои *Bradyrhizobium ottawaense* М-8, ассотциативный азотфиксатор *Azotobacter vinelandii* 10702, штамм, обладающий фосфатмобилизирующей и стимулирующей рост и развитие растений активностью *Lelliottia nimipressurales* 32-3, штаммы – антагонисты фитопатогенов *Paenibacillus polymyxa* П и *Bacillus amyloliquefaciens* 01-1, энтомопатогенные штаммы *Bacillus thuringiensis* 0371 и *B. thuringiensis* 0271. Культивирование бактерий проводили ГРМ-бульоне, оптическую плотность среды измеряли при 600 нм с периодичностью 1 ч в течение 48 ч. В стерильную среду вносили образцы гидрогелей в концентрации: 200; 100; 50; 25 и 12,5 мг/мл.

Установлено, что штаммы *P. polymyxa* П, *A. tumefaciens* 204, и энтомопатогены *B. thuringiensis* 0271 и *B. thuringiensis* 0371 не проявляют признаков угнетения в зоне взаимодействия как с эталонными так и с экспериментальными гидрогелями, а рост культур штаммов *A. vinelandii* 10702, *B. ottawaense* М-8 и *R. leguminosarum* К-29 был ингибирован во всех вариантах опыта. Внесение в питательную среду ЛВ экспериментальных гидрогелей ГГ1 и ГГ2 в концентрациях 200; 100; 50; 25 и 12,5 мг/мл способствовало синхронному прохождению фаз развития культур штаммов *B. amyloliquefaciens* 01-1 и *L. nimipressurales* 32-3 во всех вариантах. Однако исследованные суспензии гидрогелей в концентрации 200 мг/мл уменьшали оптическую плотность культур как штамма *B. amyloliquefaciens* 01-1, так и штамма *L. nimipressurales* 32-3, в среднем на 23,3 и 14,7 % к контролю соответственно. Максимальное стимулирующее действие на рост и развитие культуры штамма *P. polymyxa* П оказывало внесение в питательную среду ГГ2 в концентрации 25 мг/мл от фазы экспоненциального развития до завершения стационарной фазы, что выражалось как в длительной (до 23 ч против 11 ч в контроле) протяженности фазы, так и в активном накоплении биомассы - в 2,6-3,1 раза больше чем в контроле. Культура штамма *A. tumefaciens* 204 с экспоненциальной до завершения стационарной фазы развития в вариантах с добавлением в питательную среду ГГ2 в концентрации 50-100 мг/мл характеризовалась стимуляцией роста биомассы в среднем на 47,7% к контролю.

Таким образом, исследованные акрилатные гидрогели способствуют стимуляции роста культур антагонистов фитопатогенов, что делает их перспективными к применению в сельском хозяйстве.

Исследование выполнено при финансовой поддержке программы «Приоритет-2030» Севастопольского Государственного Университета (стратегический проект №3, №121121700318-1).

РАЗРАБОТКА БИМЕДИЦИНСКОЙ МОДЕЛИ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ДОЗ ХИМИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ

*Мельникова М.В., Шустов Е.Б., Бельская А.В., Бондаренко А.А., Шемаев М.Е.,
Мелехова А.С., Ватаева А.А., Мастерова К.В.*

ФГБУ НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия
margarita10108@mail.ru

Загрязнение окружающей среды, представляющее реальную опасность для здоровья человека, является глобальной проблемой и вызывает обоснованную озабоченность мирового сообщества. В повседневной жизни значительная часть населения крупных городов подвергается радиационно-химическим воздействиям низких доз. При этом подпороговые и пороговые воздействия токсикантов и радиации на человека и животных остаются практически неизученными (Семенов, 2014; Петин, 2001). Актуальность работ, направленных на изучение и поиск способов снижения выраженности неблагоприятного влияния на организм человека химического и радиационного факторов, особенно при их сочетанном воздействии по-прежнему высока.

Целью исследования является разработка биомедицинской модели для оценки эффективности веществ перспективных для коррекции состояния здоровья вызванных при сочетанном воздействии низких доз химического и электромагнитных факторов.

Методология проведения работы основана на последовательной реализации теоретических и экспериментальных исследований как отдельного воздействия неблагоприятных факторов, так и их сочетанного воздействия. В процессе работы проводились исследования по обоснованию выбора токсиканта и режима фракционного общего рентгеновского облучения для включения в экспериментальную модель, а также поиску показателей функционального состояния животных, чувствительных к воздействию токсического и электромагнитного воздействия. Основными показателями, выявленными в рамках разработанной экспериментальной модели, были гематологические показатели, стойкость эритроцитарных мембран и признаки нестабильности ДНК.

В результате исследования в качестве модельного токсиканта был выбран карбендазим. Карбендазим – фунгицид, который входит в международный список наиболее опасных пестицидов. Модельный токсикант вводился в дозе 400 мг/кг при внутрижелудочном зондовом введении ежедневно 1 раз в день на протяжении 28 дней. Рентгеновское облучение животных осуществлялось на 7, 14 и 21 день в дозе 20 сГр, и на 28 день – в дозе 80 сГр (имитация кратковременного острого воздействия) с накопленной дозой 1,4 Гр.

В результате исследований гематологических показателей отмечались в основном эффекты электромагнитного воздействия, которые проявлялись в снижении числа лейкоцитов, лимфоцитов, тромбоцитов, моноцитов, а также компенсаторной ретикулярной реакцией. Среди показателей стойкости эритроцитарных мембран чувствительным к исследуемому воздействию оказался показатель осмотической резистентности. Высоко достоверным было его снижение во всех исследуемых группах по сравнению с контролем. Статистический анализ результатов изучения маркеров нестабильности ДНК не выявил отличий от контрольной группы, хотя для группы с сочетанным воздействием в 60% случаев отмечалось заметное увеличение числа микроядер в ретикулоцитах. Вероятно, при первых воздействующих низких дозах (20 сГр) рентгеновского излучения происходила индукция репаративных процессов в ДНК облученных клеток.

Список использованной литературы:

Семенов В.В. Ивахнюк Г.К., Семенов И.Н., Яковлева М.В. Оценка влияния малых доз γ -облучения на аккумуляцию тяжелых металлов в организме животных методом биотестирования // Известия СПбГТИ. – 2014. – Т.1, № 26. – С. 67–71.

Петин В.Г., Дергачева И.П., Жураковская Г.П. Комбинированное биологическое действие ионизирующих излучений и других вредных факторов окружающей среды (научный обзор) // Радиация и риск. – 2001. – №12, – С. 117–135.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. КАЗАНЬ ПО ДАННЫМ
АВТОМАТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ МОНИТОРИНГА**

Мусина А.А., Шагидуллин А.Р., Габдрахимова В.А.

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, г.

Казань, Россия

adelina221997.97.13@gmail.com

Целью работы является оценить загрязнение воздуха в г. Казань основными газовыми примесями за шестилетний период по данным автоматических станций контроля загрязнения (АСКЗА) Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан.

Сеть автоматических станций контроля загрязнения атмосферы - это автоматизированная система, позволяющая в непрерывном режиме измерять содержание в воздухе основных загрязняющих веществ. В городе Казани находится 4 АСКЗА. В соответствии с принятыми подходами для диагностики уровня загрязнения атмосферного воздуха используются статистические величины: стандартный индекс (СИ), наибольшая повторяемость превышений (НП), индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) или комплексный ИЗА (КИЗА). НП превышений ПДКм.р. для NO максимальная в 2017 году (значение на АСКЗА-3 – 1,3), для NO₂ в 2018 году (значение на АСКЗА-3 – 8,9), для CO – в 2020 году (значение на АСКЗА-1 – 2,7). Наибольшее значения ИЗА для NO наблюдалось в 2017 году (значение – 0,6), NO₂ – в 2018 году. (значение – 1,66), SO₂– в 2016 году (значения – 0,34) и CO – в 2016 году (значения – 0,32).

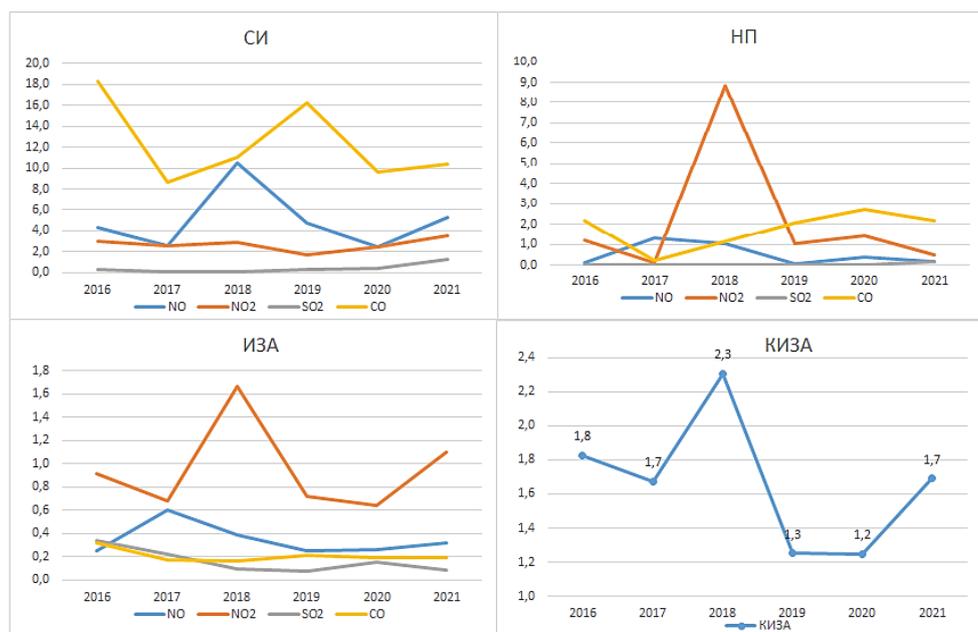


Рисунок 2 – График распределения значений СИ, НП, ИЗА, КИЗА в г. Казань за 2016–2021гг.

Оценка качества атмосферного воздуха на основе степеней загрязнения, приведенных в РД 52.04.667-2005, будет некорректна, т.к. перечень анализируемых веществ ограничен лишь четырьмя примесями. Параметры СИ и НП попадают в различные градации, следовательно, оценить качество атмосферного воздуха можно по значению КИЗА4. Тогда за анализируемый период можно оценить качество атмосферного воздуха, расположив по убыванию следующим образом: 2018 г.< 2016 г.< 2021г.< 2017 г.< 2019 г.< 2020 г.

Список использованной литературы:

РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию.

**ВЛИЯНИЕ ИНВЕРСИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. УФА**

Никишова В.Д., Короткова Н.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия
Nikishova.V@yandex.ru

Инверсия является одним из главных факторов способствующих повышенному уровню загрязнения. Она создает задерживающий слой и вещества, выбрасываемые предприятиями и автотранспортом, остаются в атмосфере. Зная особенности распределения инверсий, возможно, предпринять действия по сокращению выбросов, тем, самым не усугублять ситуацию.

Так как, город Уфа является промышленным и крупным городом, который находится в районе холмистых равнин, то требуется уделять особое внимание накоплению промышленных и автомобильных выбросов в нижних слоях атмосферы.

В основу исследования положены данные радиозондирования атмосферы на аэрологической станции "Уфа-Дема" за зимний период 2016–2021 гг. и данные ежедневного мониторинга по различным ПНЗ.

Задерживающие или инверсионные слои сильно влияют на уровень загрязнения, поэтому стоит особое внимание уделять им. Ведь, вредные вещества выбрасываемые предприятиями скапливаются в воздухе, чем может навредить здоровью и жизни людей. На фактическое загрязнение влияют не только инверсии, но и другие факторы, такие как расположение труб предприятий, их режим работы, а также направление и скорость ветра, рельеф и др. (Никишова, 2020).

При анализе взаимосвязи инверсии и загрязнения воздуха была выявлена зависимость. Когда в атмосфере фиксировались инверсии, чаще всего наблюдалось превышение вредных веществ, или их пороговые значения. Так же выявлено, что на превышение веществ в атмосфере значение интенсивности и мощности инверсии не так важно, как сам факт её наличия. Ведь, загрязнения атмосферы фиксировалось и при маленьких интенсивностях и мощности инверсий. Помимо этого стоит учитывать и другие аспекты: скорость ветра, туман и выпадение осадков. Эти факторы способны как очищать атмосферу, так и способствовать накоплению примесей. (Например, 16 января 2020 года образовывалось несколько инверсий, но в этот день шел ливневой снег и дождь (14 мм), порывы ветра достигали 12м/с. Эти условия способствовали очищению атмосферы, и как следствие превышение веществ не зафиксировано).

На загрязнение атмосферы оказывают влияние, как приподнятые, так и приземные инверсии. Приземные инверсии способствуют образованию повышенного уровня загрязнения в приземном слое, в основном за счет автомобильного транспорта. Приподнятые инверсии образуются на некоторой высоте от поверхности земли, и они препятствуют рассеиванию промышленных выбросов (Семенова, 2017).

В целом при изучении данного вопроса необходимо рассматривать вопрос не только о формировании инверсий, но и учитывать другие факторы (ветер, туман, осадки). Так как при образовании инверсии могут быть условия, которые способны очистить атмосферу и в данный период зависимость загрязнения атмосферы от инверсии не будет сильно выражена.

Список использованной литературы:

Никишова В.Д. Исследование задерживающих слоев атмосферы на примере города Уфы // Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции «Современная наука: Актуальные вопросы, достижения и инновации». Пенза, 2020. С. 349–351.

Семенова Н.В., Короткова Н.В. Состояние атмосферного воздуха в Саратовской области. В сборнике: Эколого-географические проблемы регионов России. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 242–247.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЭРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ ПОЧВЫ ЗА ПЕРИОД ТАЛОГО СТОКА ДЛЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Николаев Д.О., Мухарамова С.С.

Институт экологии и природопользования КФУ, г. Казань, Россия
dim99nik22@mail.ru

В работе была выполнена оценка пространственного распределения потенциальных эрозионных потерь почвы за период талого стока для Европейской территории России (ЕТР). Для модельных расчетов применялась методика научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов МГУ (Ларионов, 1993), которая является модифицированной методикой ГГИ. Модельная формула потенциальных потерь почвы от стока талых вод использует пять основных факторов: длина склона, уклон склона, фактор эродированности (смываемости) почвы, фактор растительности, слой поверхностного склонового стока во время снеготаяния. В качестве исходных данных для оценки этих факторов использованы: цифровая модель рельефа GMTED2010 с пространственным разрешением 250 м (www.usgs.gov) - для расчетов длины и уклона склона; почвенная карта ЕТР, представленная в открытом доступе как Единый государственный реестр почвенных ресурсов России (ЕГРПР, <http://egrpr.esoil.ru/>); цифровая версия «Ландшафтной карты СССР» масштаба 1:2500000; растровые слои SWE (Snow Water Equivalent), представляющие для ЕТР оценки запасов воды в снеге за зимние периоды 2006 - 2021 гг. с пространственным разрешением 5 км, полученные по спутниковым данным в рамках программы Copernicus (<https://land.copernicus.eu/global/products/swe>); растровая модель, созданная на основе оцифрованных изолиний карты "Максимальные запасы воды в снеге к началу весеннего снеготаяния", построенной на основании данных климатических справочников ("Климат СССР.... Часть IV. Влажность, осадки и снежный покров").

Все факторы и результирующая оценка пространственного распределения интенсивности смыва почвы от стока талых вод (т/га в год) рассчитаны на растровых сетках, покрывающих ЕТР, с линейным размером ячеек 250 м. Вычисления реализованы с помощью авторского программного обеспечения на языке R. Искомые оценки величин эрозионного смыва почв от стока талых вод реализованы в двух вариантах - на основе двух оценок максимальных запасов воды в снеге, «исторической» (по данным климатических справочников 1960-х-1980-х годов) и современной (по спутниковым данным 2006-2021 гг.). Сравнение этих оценок для ЕТР показывает, что общие макромасштабные закономерности пространственного распределения предвесенних запасов воды в снеге совпадают – это снижение с севера и северо-востока на юг и юго-запад. Однако сами значения современной оценки несколько ниже практически на всей ЕТР, причем снижение наиболее выражено в центральной части территории. Такое отличие в оценках запасов воды в снежном покрове в какой-то степени может быть обусловлено различием методов получения этих оценок, но также может свидетельствовать о реальных изменениях снежного режима на изучаемой территории в современный период, являющихся следствием изменения климата.

Проведенный анализ согласия полученных нами оценок талого смыва с результатами предшествующих исследований, приведенными в обширной монографии (Литвин, 2002), говорит о том, что в целом наши оценки хорошо согласуются с приводимым порядком величин и обсуждаемыми пространственными закономерностями интенсивности эрозии почв от талого стока на ЕТР: «... талый смыв южнее зоны дерново-подзолистых почв снижается с северо-запада на юг и юго-восток». Результаты проделанной работы опубликованы на геопортале «Речные бассейны Европейской части России» (<http://bassepr.kpfu.ru/>) в рамках предоставления информации о потенциальных эрозионных потерях почвы от тало-ливневого стока.

Список использованной литературы:

Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. М.: Изд-во МГУ. 1993.

Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: Академкнига, 2002. – 255 с.

КОНЦЕПЦИЯ «ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА» ГОРОДА. МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ

Новиков А.А.^{1,2}, Каширина Е.С.^{2,3}

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²Филиал МГУ в г. Севастополе, Россия

³Институт развития города, СевГУ, г. Севастополь, Россия

Цифровой двойник – программно-аппаратный комплекс, реализующий комплексную динамическую модель для исследования и управления деятельностью социотехнической системы. В иерархии цифровых моделей организации пространственных данных он занимает высшую ступень (рис. 1).

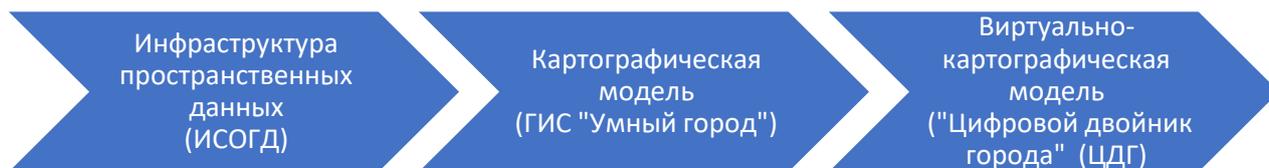


Рисунок 1 – Иерархия моделей организации пространственных данных

Практическое воплощение этой концепции идет в нескольких направлениях. Наличие разнообразных данных предполагает возможность различных уровней доступа участников проекта в зависимости от решаемых задач. Такие подходы действительно уже реализуются городских проектах. Есть два основных подхода к вопросу открытости цифровых двойников. Первый – создание полностью открытых двойников на основе публичных данных. Второй – формирование двойника с ограниченным доступом для определенного круга пользователей на основе преимущественно государственных или городских данных (Twin Digital..., 2022).

В России первая идея о создании цифрового двойника возникла с некоторым запозданием – в 2018 году. Было предложено в течение шести лет создать для каждого российского города численностью более 100 тыс. человек «цифровой двойник» – единую базу данных. По замыслу, она позволила бы синхронизировать все данные, которые есть в городе, и которые, возможно, существуют во множестве отдельных систем градостроительной деятельности, которые между собой «не дружат». Изначальная идея с понятием цифрового двойника имела мало общего; по своей структуре она более напоминала среднее между унифицированной системой градостроительной документации и публичной кадастровой картой. Её реализация началась сразу в нескольких субъектах РФ с разными подходами к разработке и принципам организации.

Анализ существующих проектов ЦДГ позволяет выявить одно принципиальное различие в подходах создания моделей городов в мире и России – если зарубежные проекты в первую очередь направлены на создание виртуальных 3-D моделей городов, концепция большинства российских ЦДГ основывается на каталогизации имеющейся градостроительной документации, с последующим переводом ее в двумерную ГИС. При этом и тот и другой подход крайне зависим от качества исходных картографо-геодезических данных и наличие высокоточных измерений, на основе которых создаются эти модели, может привести к ограничению доступа к значительной части информации для рядовых граждан. В России все проекты цифровых двойников, разрабатываемые в рамках госпрограммы по цифровизации, являются закрытыми, в связи с требованиями к сохранению секретности крупномасштабных картографических данных.

Список использованной литературы:

Twin Digital Cities: помогут ли цифровые двойники управлять городами
<https://ict.moscow/news/city-digital-twins/>

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДИФИЦИРОВАННЫХ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ В УСЛОВИЯХ МОРСКОЙ АТМОСФЕРЫ

Олейник А.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
renome999@mail.ru

Композиты на основе эпоксидных и полиэфирных смол давно завоевали свою нишу среди конструкционных материалов. Благодаря таким свойствам как легкость, небольшая стоимость, простота обработки, прочность и эластичность эти материалы применяются во многих отраслях промышленности.

В ходе работы были созданы образцы ПКМ, наполненные различными составами нанопорошков, образцы были экспонированы на атмосферном стенде у уреза воды севастопольской бухты, для оценки эффективности защиты данных материалов от агрессивных воздействий морской атмосферы.

По итогу характеристики климатических и аэрохимических условий экспонирования образцов, можно отметить следующие факторы повышения эффективности испытаний: направленность стенда в сторону морской акватории и близость площадки к урезу воды; повышенной продолжительности увлажнения поверхности образцов; высоким уровнем интенсивности солнечного излучения и его УФ-В компоненты; высокими значениями термовлажностных комплексов.

Для отражения изменения эксплуатационных характеристик были определены следующие параметры: предел прочности и модуль упругости при изгибе и растяжении.

Сравнение результатов испытаний, модифицированных экспонированных образцов с исходными представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение результатов испытаний

	Изгиб				Разрыв			
	Предел прочности Н	Изм., %	Модуль упругости, Па	Изм., %	Предел прочности Н	Изм., %	Модуль упругости, Па	Изм., %
<i>0 Не эксп.</i>	70,75	0,00	3210,45	0,00	1979,25	0,00	4895,25	0,00
<i>0 Эксп.</i>	75,00	6,01	4409,32	37,34	1891,33	-4,44	5208,43	6,39
<i>WC</i>	77,75	9,89	4483,57	39,66	1632,33	-17,53	5201,95	6,26
<i>W</i>	93,75	32,51	4929,09	53,53	2045,00	3,32	4323,54	-11,68
<i>WC TiC</i>	74,50	5,30	4355,69	35,67	1705,00	-13,86	4821,39	-1,51
<i>TaC</i>								
<i>WO3</i>	79,25	12,01	3965,39	23,52	1820,67	-8,01	4861,67	-0,69

Наиболее эффективно себя показала добавка W. Образец улучшил прочность при изгибающих воздействиях, сохранил эластичность. Так же была улучшена прочность при растяжении, однако сопротивление при деформации снизилось. Данные факты говорят о возможном применении этой добавки в композитных материалах, подвергающихся поперечным нагрузкам.

Список использованной литературы:

Рэнби Б., Рабек Я. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. – М.: Мир, 1978. – 675 с.

Фойгт И. Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла. – Л.: Химия, 1972. – 544 с.

Gavriush, V., Chayka, T., Baranov, G. On the issue of the techniques to produce mass and low-price tungsten oxide nanopowder, Procedia Manufacturing, 2019, 37, P. 306–310.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ УСТАНОВОК И ВИЭ

Онышко А. А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
nlstudio@yandex.ru

Создание гибридных установок – одно из направлений диверсификации в области малой генерации. Действительно, наличие в составе таких установок одновременно нескольких устройств по выработке энергии из различных источников (возобновляемых и традиционных) позволяет повысить надежность и топливную экономичность энергоснабжения потребителей. Но при этом сохраняется зависимость от поставок энергоресурсов (уголь, газ, дизельное топливо) (Казаков и др., 2013).

Первые этапы жизненного цикла любого проекта обычно связаны с разработкой и оценкой реализуемости идеи, планированием и получением и его технико-экономической оценки. Для проектирования необходимо также пройти ряд этапов (Тягунов, 1999).

Проделанный анализ существующих методик технико-экономического обоснования (ТЭО) сведен в общую схему, представленную на рисунке 1.

В приведённой схеме использованы следующие понятия:

- цели проекта – правила и учитываемые факторы окружения проекта, перечень условий осуществления проекта, основанных на результатах сравнительного анализа;

- виртуальная модель – структурно-функциональная модель объекта, включающая все возможные элементы конструкции из числа возможных элементов состава гибридного энергетического комплекса, перечень задач, которые должны быть решены для удовлетворения главной цели проекта;

- ресурсная модель – представляет собой динамическую модель поступления энергоресурсов как возобновляемых, так и традиционных;

- техническая модель – конкретные технические решения, позволяющие реализовать функцию, определённую в структурно-функциональной модели, наличие готовых технических средств или ресурсов для их изготовления на заказ;

- организационная модель – модель выполнения работ по сооружению гибридных установок, а также ВИЭ и условий их нормального функционирования, включая характеристику окружения проекта для оценки дополнительных затрат, возможные риски и способы их снижения;

- экономическая модель – оценка технических и организационных решений в экономических показателях, позволяющая оценить экономическую реализуемость проекта: соответствие условий выполнения проекта возможностям его инициатора и заказчика;

- ТЭО – документ, содержащий информацию, достаточную для принятия решения о продолжении проекта или его прекращении.

Методика ТЭО гибридных установок и ВИЭ представляет собой проектную процедуру, основанную на последовательном сужении множества вариантов выбора с получением в конце одного или нескольких альтернативных вариантов состава комплекса, причём в разных вариантах структуры проектные параметры элементов комплекса будут различными.

Список использованной литературы:

Казаков А.В., Заворин А.С., Новосельцев П.Ю., Табакаев Р.Б. Малая распределенная энергетика России: совместная выработка тепло- и электроэнергии // Вестник науки Сибири. 2013. № 4(10). С. 13–18. EDN RSWBAB.

Тягунов М. Г. Структурно-функциональное моделирование процессов при управлении проектами: Сб. тр. V международного симпозиума «Управление проектами: Восток-Запад – грань тысячелетий» (СОВНЕТ 99). Т. 1. М.: СОВНЕТ, 1999. С. 386–391.



Рисунок 1 –
Общая схема
методики
ТЭО

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РИСА В РАЗВИВАЮЩИЕСЯ СТРАНЫ

Петренко А.Е.

Филиал МГУ имени М. В. Ломоносова в городе Севастополе, г. Севастополь
shura.petrenko.2004@mail.ru

В местах выращивания риса в Азии, Африки, Южной Америки от хронического голода страдает 400 млн. чел. Снижение рентабельности из-за высоких затрат на сырье для выращивания зерновых культур и низкие цены на рис заставляют задуматься о будущем рисоводческой отрасли (Sinha, Talati, 2007). С 1980-х замедляются темпы роста производства риса, что требует пересмотреть установки “зеленой революции”, которая делала упор на высокоурожайные сорта, химические удобрения, в сторону более экологически безопасных методик. Решением проблемы рисоводческой отрасли может стать внедрение практик SRI в фермерские хозяйства.

SRI была разработана в 1980-х в результате двадцатилетних экспериментов с управлением биологическими процессами на Мадагаскаре (Toungos, 2018). Данная система получило широкое распространение в странах Азии, но еще не стала частью системы выращивания риса в Африки. Особенность SRI в том, что идет повышения эффективности использования уже имеющихся ресурсов у фермеров, за счет правильного управления землей, водой, минеральными удобрениями, посевами.

SRI основывается на шести принципах:

- 1) Рассадку пересаживают в более молодом возрасте, чем при традиционных методах.
- 2) В лунку высаживается только одно растение.
- 3) Более широкое использование органических удобрений.
- 4) Периодическое внесение воды, а не полное затопление.
- 5) Высадка растений на расстоянии 25x25 см друг от друга, что позволяет сократить норму высева.
- 6) Прополка междурядий для борьбы с сорняками и улучшения аэрации почвы.

В 2002 году в Камбодже SRI использовало 2600 фермеров, а уже на следующий сезон их было 9000. По данным консультационного опроса 500 фермеров в провинциях Кампонгтон, Кампот, Такео, Кандаль, Прэйвенг были получены данные о увеличении урожайности с 1,6 т/га до 2,2 т/га, норма высева семян сократилась с 90 кг/га до 30 кг/га, увеличилось использование органических удобрений, увеличился доход на гектар на 74% (Anthofer, 2004).

Таким образом, система устойчивой интенсификации риса способна помочь в достижении целей устойчивого развития, но для этого следует решить ряд важных проблем.

Список использованной литературы:

Sinha S.K, Talati J: Productivity impacts of the system of rice intensification (SRI): A case study in West Bengal, India. *Agric Water Manage.* 2007, 87: 55–60. DOI: 10.1016/j.agwat.2006.06.009.

Toungos M. System of rice intensification: A Review, 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/326259150_System_of_Rice_Intensification_A_Review // *International Journal of Innovative Agriculture & Biology Research* 6(2):27–38.

Anthofer J: The potential of the System of Rice Intensification (SRI) for poverty reduction in Cambodia. 2004. URL: <http://www.tropentag.de/2004/abstracts/full/399.pdf>, Phnom Penh: Summary of report prepared for GTZ, Berlin.

ВЫБОР РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИРРИГАЦИОННОГО КАЧЕСТВА ВОДЫ

Подовалова С.В., Манжос А.А., Волкова Н.Е.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Россия
volkova_n@niishk.ru

В регионах, характеризующихся недостаточной естественной водообеспеченностью, для целей орошения часто используют слабоминерализованные воды, извлекаемые из подземных водоисточников. Реализация данного подхода, направленного на использование данной категории вод, не всегда позволяет достичь желаемого результата – получение более высоких урожаев сельскохозяйственных культур и может стать причиной ухудшения почвенно-мелиоративной обстановки. Хотя эффективность выращивания сельскохозяйственных культур определяется сочетанием ряда факторов, определяющим среди них, является качество оросительной воды. Проведение комплексной оценки пригодности водных ресурсов для полива позволяет предупреждать возможное развитие неблагоприятных почвенных процессов и снижение урожая, обусловленное содержанием в воде токсичных солей.

Требования к ирригационному качеству воды прописаны в ряде действующих документов, однако в Российской Федерации отсутствует единый нормативный акт, регламентируемый допустимые (лимитирующие) значения свойств и покомпонентный состав оросительной воды, с точки зрения ее комплексного воздействия на почву, растения и элементы техники полива. К примеру, ГОСТ 17.1.2.03–90 включает только номенклатуру показателей, подлежащих контролю без диапазона ограничивающего значения предельно-допустимых концентраций. В результате при проведении оценки ирригационного качества воды для орошения, учеными необходимо использовать различные репрезентативные показатели, разработанные как отечественными, так и зарубежными исследователями, чтобы охарактеризовать возможное развитие неблагоприятных процессов. К ним относятся: коэффициенты Стеблера, ионного обмена, адсорбции натрия (SAR), поглощения магния, Kelly P.M., коррозионной стойкости; индекс проницаемости и мн. др.

В ходе исследований 2022 г. проведена оценка воздействия подземных вод (минерализация более 1,4 г/л) используемых для орошения сельскохозяйственных культур в с. Орехово Сакского района на плодородие почвы; урожайность и качество сельскохозяйственной продукции; водотранспортируемую систему.

Для решения поставленной задачи из всего перечня репрезентативных показателей было использовано несколько для выявления комплекса негативных последствий, которые могут произойти при использовании для орошения ограничено-пригодных вод. Полученные результаты показали: повышенную опасность общего засоления, осолонцевания и влияние обменного натрия на структуру почв; возможное снижение урожайности при выращивании культур слабой и средней солеустойчивости до 25–50 %; умеренную опасность по засорению капельных систем орошения; высокую коррозионную активность.

Использование многофакторного подхода к оценке ирригационной воды даст возможность сельхозтоваропроизводителям с учетом возможных рисков: производить выбор для выращивания конкретных сельскохозяйственных культур, позволяющих получать стабильные урожаи; применять эффективные способы улучшения качества воды (внесение химмелиорантов, доочистка); оценивать водный ресурс с точки зрения его возможного использования в будущем.

Работа выполнена в рамках бюджетной тематики № FNZW-2022-0002 «Разработка научных и технологических основ обеспечения экологической безопасности орошения ограничено пригодными водами в условиях существенного дефицита водных ресурсов».

**АНАЛИЗ ТРЕНДОВ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВЕЩЕСТВ В
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ РЕК НА СТАНЦИЯХ ЕАНЕТ ЗА 2007–2021 ГГ.**

Рычкова А.А.,^{1,2} Громов С.А.^{1,3}

¹ Институт Глобального Климата и Экологии им. акад. Ю.А. Израэля, г. Москва, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им.

Д.И. Менделеева», г. Москва, Россия

³ ФГБУН Институт географии Российской академии наук, г. Москва, Россия

nastyarychka24@gmail.com

На основе данных многолетнего мониторинга химического состава поверхностных вод были оценены изменения содержания основных ионов для рек Комаровка и Переемная, расположенных в районе станций ЕАНЕТ Приморская и Листвянка соответственно. Для исследований по результатам наблюдений за период 2007–2021 гг. были использованы методология и программное обеспечение анализа трендов, разработанные Центром ЕМЕП-Восток (MSC-East, 2015). Этот способ позволяет показать количественно возможный характер изменения характеристик с использованием приближения в форме суммы графиков изменчивости временных рядов разной периодичности (Hirsch et al., 1982). Дополнительно для оценки значимости трендов использовалась программа MAKESENS (Timo Salmi, 2002), в которой тренд (как изменение за год) рассчитывается по непараметрическому методу Сена. Также, помимо определения значимости трендов, необходимо было оценить вклад сезонных процессов.

По данным наблюдений за 2007–2021 г. рассчитаны тренды изменения содержания веществ в водах р. Комаровка и р. Переемная для каждого сезона. Полученные результаты показали, что в р. Комаровка наблюдается увеличение концентраций нитратов (рис. 1а).

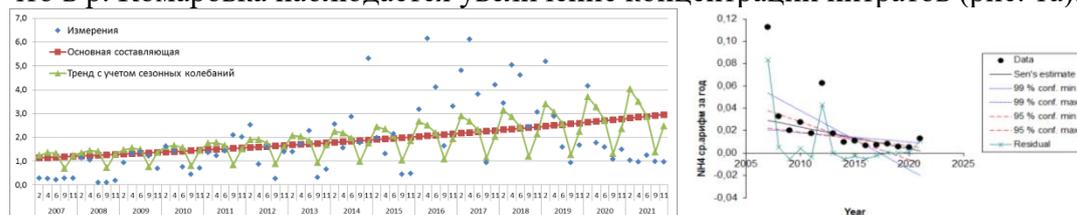


Рисунок 1 – Изменения концентраций (мг/л) и составляющих трендов нитратов для р. Комаровка (слева) и катионов аммония для р. Переемная (справа)

Значимые тренды нитратов наблюдаются во все сезоны, наибольший вклад вносят зимний, весенний и летний сезоны, тренды для которых составляют, соответственно, 0,271 мг/л в год (на уровне значимости $p=0,01$), 0,113 мг/л в год ($p=0,05$) и 0,240 мг/л в год ($p=0,05$). Также в р. Комаровка наблюдается постепенное увеличение содержания кальция в зимний и осенний сезоны. В 2021 году нарушилась тенденция увеличения кислотности в р. Комаровка, среднегодовое значение pH было значительно выше среднего за весь период наблюдений. Для р. Переемная наблюдается значимый тренд снижения концентраций нитратов в зимний период, составляя $-0,023$ мг/л в год ($p=0,01$), а также уменьшение содержания катионов аммония (рис. 1б), значимые тренды которого прослеживаются во все сезоны. Для других измеряемых ионов в обеих реках не было выявлено значимых трендов.

Исследование выполнено в рамках НИОКТР АААА-А20-120013190049-4 «Развитие методов и технологий мониторинга загрязнения природной среды вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕЭК ООН: ЕМЕП, МСП КМ) и кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ)» (План НИТР Росгидромета на 2022 г., т. 4.4).

Список использованной литературы:

MSC-East. 2015. Discussion on trend analysis. Presentation at GAW/EMEP Task Force on Measurement and Modelling, 5–8 May 2015. 10 p.

Hirsch R. M., J. R. Slack and R. A. Smith. 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data, *Water Resource Res.*, 18 (1): 107–121.

Timo Salmi, Anu Määttä, Pia Anttila, Tuija Ruoho-Airola, Toni Amnell. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates – the Excel template application MAKESENS. Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2002. – 35 p.

ДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТНОГО ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СТОКА СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ И ЦИНКА В БАСЕЙНЕ РЕКИ БЫСТРАЯ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Сазонов А.Д.

Институт наук о Земле Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия;

ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону, Россия

alexei.sazonow2016@ya.ru

Река Быстрая протекает по территории Ростовской области и является левым притоком реки Северский Донец. Длина реки составляет 218 км, а площадь водосборного бассейна 4180 км². Рельеф в пределах речного бассейна реки весьма однообразен и в основном представляет собой пологоволнистую местность, пересеченную многочисленными балками и оврагами. Почвенный покров данной местности представлен южными и обыкновенными черноземами, а также в меньшей степени темно-каштановыми почвами. Имеет в среднем и нижнем течении старицы, ерики и пойменные озера (Лурье, Панов, 2018).

Целью исследования являлось изучение динамики поверхностного гидрохимического стока соединений меди и цинка в бассейне реки Быстрая за период 2005-2019 гг. Материалами исследования послужили данные, собранные из режимно-справочных изданий Росгидромета и открытые данные автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО, 2022). Расчет поверхностного гидрохимического стока производился согласно методике (РД 52.24.748-2010) в пункте х. Апанаскин (59 км выше устья реки). Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сток и концентрация соединений меди и цинка в р. Быстрая (2005–2019)

Многолетие	Сток соединений меди, т	Концентрация соединений меди, мкг/дм ³	Сток соединений цинка, т	Концентрация соединений цинка, мкг/дм ³	Водный сток, млн м ³
2005-2007	0,0484	1,07	0,174	3,15	39,5
2008-2010	0,0736	1,76	0,148	2,47	48,0
2011-2013	0,0185	0,38	0,082	2,16	47,6
2014-2016	0,0073	0,27	0,031	1,38	24,5
2017-2019	0,0178	0,32	0,025	0,47	56,9

При рассмотрении изменчивости стока и концентрации соединений меди и цинка можно обнаружить, что, несмотря на изменчивость водности реки, сток данных соединений зависит преимущественно от их концентрации, а не от водности. Однако установить причинно-следственную связь в данном случае достаточно сложно, так как концентрация данных микроэлементов в воде может также зависеть от водности реки в случае преобладания диффузных (площадных) источников поступления данных компонентов в речной бассейн. В целом за рассматриваемый период наблюдается сокращение стока соединений меди и цинка.

Список использованной литературы:

АИС ГМВО (Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов). Федеральное агентство водных ресурсов. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения 20.09.2022).

Лурье П.М., Панов В.С. Река Дон: гидрография и режим стока. Ростов н/Д, Донской издательский дом, 2018. 592 с.

РД 52.24.748-2010. Усовершенствованная методика определения выноса (переноса) загрязняющих веществ с речным стоком. – Ростов н/Д, 2010. 60 с.

ОБОСНОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КЛИМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИМОРСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Самойлов С.Ю., Евстигнеев В.П.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
SYSamoylov@sevsu.ru

В конце XX – начале XXI вв. мировое научное сообщество пришло практически к единому мнению о том, что на Земле происходят значимые климатические изменения, которые ощутимо влияют на социально-экономическое развитие, продовольственную и энергетическую безопасность, урожайность сельскохозяйственных культур, качество жизни, миграцию населения и т.д. В результате возникла безотлагательная необходимость использовать увеличивающийся объем информации о климатической системе как основу для активизации действий по уменьшению опасности бедствий и адаптации к ним.

Если процесс адаптации интерпретировать в систему климатического мониторинга окружающей среды, то можно получить инструменты городского планирования: по своевременному выявлению погодно-климатических изменений (ПКИ), по моделированию и прогнозированию неблагоприятных событий, по содержанию городской инфраструктуры, по эффективности и возможностям экономической деятельности.

В работе проанализирован термический режим как основной объект мониторинга региональной системы климатического мониторинга (СКМ) приморской территории Севастополя. Разница среднегодовой температуры воздуха МГ Севастополь и МГ Херсонесский маяк составляет 0,3°C. Климатически средние значения за период 1991–2020 гг. оказались выше уже на 0,7 и 0,9°C соответственно.

Существующая в регионе СКМ отражает температурный режим только побережья, континентальная же часть остается неосвещенной, несмотря на разнообразие микроклиматических условий и особенностей рельефа на территории города. Необходимость изменения плотности и структуры наблюдательной сети приводит к трансформации СКМ в адаптивную систему мониторинга. На языке кибернетики адаптивность СКМ должна проявляться как в параметрической самонастройке (например, адаптивном изменении дискретности измерений гидрометеорологических величин), так и в структурной адаптации (например, оптимизация состава и плотности мониторинговой сети), что характерно для искусственных нейронных сетей (ИНС), которые имеют возможность изменять собственную структуру под действием внешних факторов и обладает свойствами распознавания и классификации. ИНС применяются в таких областях, как медицинская диагностика, геологическая разведка месторождений, прогнозирование погоды и т.д.

Вывод: методы и алгоритмы адаптации системы могут быть успешно направлены на решение задач обработки эмпирической информации в климатическом мониторинге окружающей среды, реализованной на приморской территории и послужить основой для принятия управленческих решений органам государственной власти региона.

Список использованной литературы:

Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Воронин Д.Ю., Евстигнеев М.П. Обоснование построения адаптивной региональной системы климатического мониторинга // Системы контроля окружающей среды. 2020. Вып. 4 (42). С. 20–28. DOI: 10.33075/2220-5861-2020-4-20-28.

Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Санкт-Петербург. 2017. РОСГИДРОМЕТ.

Воронин П.А. Адаптивные системы управления в электроприводах и системах автоматизации: методические указания. Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018.– 47 с.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ДИНАМИКИ АВТОНОМНОГО
ВЕТРОДИЗЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ЕГО СКРЫТОЙ
МАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ**

Сидоров С.М.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
хаевес@mail.ru

В настоящее время возобновляемые источники электроэнергии повсеместно внедряются в системы электроснабжения. Совместное использование ветроэнергетических установок и дизельных генераторов способствует не только получению экономической выгоды, но и сокращению выбросов продуктов переработки топлива (Григорьева и др., 2016). Однако, эффективность работы ветроэнергетических установок зависит от многих факторов, в частности ветровой нагрузки, которые являются стохастическими. В связи с этим возникает задача построения адекватных математических моделей, учитывающих стохастический характер работы и используемых природных ресурсов (например, ветра) и наличие дизель-генератора (резервного источника энергии).

Для территориально удаленных систем (или систем управляемых дистанционно) оператору не всегда удастся при изменении ее состояний полностью получить информацию, содержащуюся в кодировке состояний полумарковской модели, но всегда имеется возможность получить некоторый сигнал (информацию), связанный с состояниями вложенной цепи Маркова, которые можно считать ненаблюдаемыми (скрытыми). В таких случаях использование теории скрытых марковских моделей (СММ) позволяет на основе наблюдаемого вектора сигналов:

- уточнять параметры модели и саму полумарковскую модель в процессе функционирования системы (обучение модели);
- прогнозировать состояния системы, на основе вектора сигналов, полученного в процессе функционирования системы.

В предлагаемом исследовании для анализа надежности и эффективности автономного ветродизельного комплекса (ВДК) используется сочетание теории полумарковских процессов с общим фазовым пространством состояний и теории скрытых марковских моделей (Obzherin et al., 2019), рассматривается задача оценки надежности и анализа функционирования автономного ВДК, состоящего из ветроэнергетической установки, рабочего и резервного дизельных генераторов, инвертора и аккумуляторной батареи. Построена полумарковская модель автономного ВДК, позволяющая рассчитать стационарные и временные характеристики надежности. Затем на ее основе разработана СММ, которая используется для решения задач прогнозирования и оценки ее характеристик с учетом заданных параметров и вектора сигналов.

Результаты исследования получены в общем виде и инвариантны относительно законов распределения случайных величин, описывающих элементы автономного ВДК. Они позволяют моделировать функционирование системы при различных законах распределения, основываясь на статистических данных, не видоизменяя саму модель.

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-329.2022.4.

Список использованной литературы:

Григорьева О.А., Кривенко Т.В., Тремясов В.А. Анализ надежности автономного ветродизельного комплекса // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2016. – № 2(243). – С. 45–52.

Obzherin Y.E., Sidorov S.M., Nikitin M.M. Hidden Markov model of information system with component-wise storage devices // Lecture Notes in Computer Science. – 2019 – V. 11965 – P. 354–364.

ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ПЕРИФИТОНА НА ПРОТИВООБРАСТАЮЩИХ ПОКРЫТИЯХ В ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Сизова О.С., Смирнова Л.Л.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
oksana_serg@mail.ru

Противообрастающие составы являются последним слоем многослойных покрытий, которые защищают подводную часть морских судов от разрушения, оседания и развития организмов-обрастателей. В состав противообрастающих красок и эмалей входят органическая основа и разнообразные неорганические добавки. В настоящее время во всех морях и океанах для защиты от макрообраста используются составы, выделяющие в морскую среду токсичные ионы меди (эмали ХС-5226, «СКАТ», АК-5264), которые загрязняют морскую среду, и составы с низкой поверхностной энергией, созданные по нанотехнологиям, обладающие антиадгезионным механизмом действия и незагрязняющие морскую среду.

На эффективную работу современных противообрастающих составов влияют различные биологические и физико-химические факторы морской среды. Последовательность оседания беспозвоночных и состав сообществ обрастания определяются температурой морской воды. На разрушение и трансформацию неорганических и органических составляющих противообрастающего слоя оказывают влияние химический состав морской воды.

Развитие на поверхности противообрастающих покрытий биопленки микрообрастания – сообщества перифитонных микроорганизмов (СПМ), включающее оседающий детрит и продукты метаболизма СПМ, является важнейшим биологическим фактором, определяющим механизм работы покрытий (рис. 1).

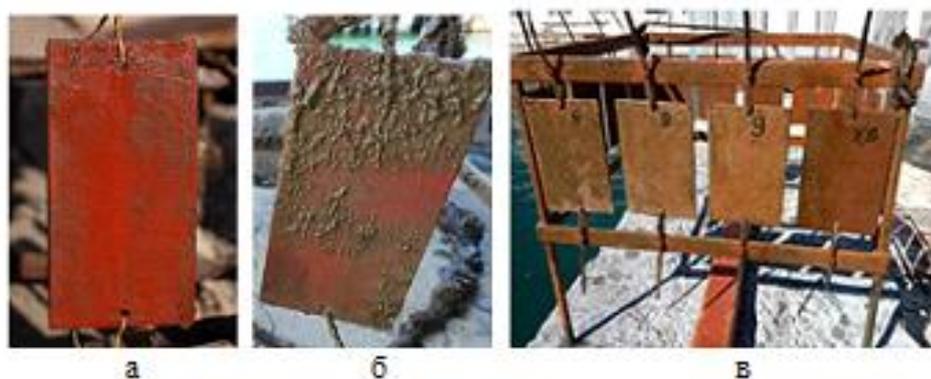


Рисунок 1 – Биопленка микрообрастания на противообрастающих покрытиях, испытания в море: 26 мес, антиадгезионное, нанотехнология (а, б); 17 мес., растворимая основа и закись меди (в)

В процессе жизнедеятельности, доминирующие в СПМ гетеротрофные микроорганизмы, разрушают органическую основу составов, используя ее как источник энергии и углерода. В результате происходит подкисление поверхностного слоя покрытия, ускоряется поступление неорганических компонентов из толщи состава на его поверхность, что поддерживает эффективность покрытия. В то же время, адаптируясь к особенностям химического состава противообрастающих поверхностей, СПМ развивается на них неравномерно, огибает неблагоприятные участки и продуцирует метаболиты, связывающие различные неорганические добавки в металлоорганические комплексы, карбонатные соединения. Эти соединения откладываются в пленке микрообрастания, экранируют поверхность покрытия и снижают эффективность защиты от обрастания.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ПОСТРОЕНИЮ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

Сосновский Ю.В.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Физико-технический институт (структурное подразделение), г. Симферополь, Россия
sosnovskiy.yv@cfuv.ru

Целью работы является разработка формального описания иерархической системы требований к построению распределенных систем мониторинга.

Предпосылками для разработки иерархической системы требований являются ряд особенностей объектов наблюдения и развитие информационных технологий в этой области.

Согласно (ГОСТ Р 53114-2008, 2018) критический объект – это объект или процесс, нарушение непрерывности функционирования которого может нанести значительный ущерб. Ряд авторов (например, (Прогноз, 2016) доказывают тезис о том, что различные отрасли, к примеру, сельского хозяйства, в совокупности определяют уровень продовольственной безопасности государства. Аналогичные экспертные выводы формируются по целому ряду других направлений, например, по отдельным категориям природопользования, электроэнергетики, водному хозяйству и др.

Вполне логично, что в нынешней общемировой ситуации все большее число отраслей народного хозяйства или их компонент будет подпадать под категорию критически важных.

Быстрый рост числа потенциальных объектов для внедрения систем мониторинга формирует особые требования в части снижения стоимости системы, внедрения современных энергосберегающих технологий и систем беспроводной передачи данных низкого ценового сегмента.

Особенности развития информационных технологий распределённых систем мониторинга, а именно – применение компонент стандарта МЭК 61131 (стандарт для программируемых логических контроллеров) для систем мониторинга позволяют использовать уже готовые требования к построению, иерархии, информационной безопасности АСУ ТП. Однако, ввиду значительно более широкой номенклатуры параметров, подлежащих мониторингу, наличию большого разнообразия датчиков, каналов передачи данных, полное замещение классических систем мониторинга системами, построенными на основании стандарта МЭК 61131, в ближайшем будущем не предвидится.

Из вышеизложенного следует что, несмотря на активное использование аппаратных и программных компонент, соответствующих стандарту МЭК 61131, актуальной задачей будет разработка отдельных специфических компонент (измерительных каналов, информационно-вычислительного комплекса и др.) или всего комплекса согласно специальным требованиям заказчика.

Таким образом, оправданна разработка формального описания иерархической системы требований к построению распределенных систем мониторинга. Данная система требований должна устанавливать уровни рассмотрения системы мониторинга, основные параметры системы, такие как: частоту регистрации и передачи данных, объем данных в одном цикле регистрации, шифрование, каналы и протоколы передачи данных и пр.

Система требований состоит из иерархических уровней, позволяя детализировать требования, в частности – требования к информационной надежности системы мониторинга.

Список использованной литературы:

ГОСТ Р 53114-2008: Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения. Дата введения 2009-10-01. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 15 с.

Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2030 года / под ред. Л. М. Гохберга; Минсельхоз России, Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2016. 56 с.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РТУТИ В АКВАТОРИЯХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Стецюк А.П.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Россия
alex-ra-777@mail.ru

Ртуть и её соединения относятся к приоритетным глобальным загрязняющим веществам первого класса опасности. Опасность поступления ртути в окружающую среду обуславливается её токсичностью для живых организмов. По мере продвижения по пищевой цепи увеличивается как общее содержание ртути в организме, так и доля метилированной ртути (Watras et al., 1998). Промышленный сброс ртути в акваторию может привести к смертельному исходу для населения, употребляющего гидробионтов пищу (Ui J, 1970).

Оценка уровней содержания ртути и изучение особенностей её транспорта и распределения по компонентам акваторий Крымского полуострова является важной и актуальной задачей для определения мероприятий, способствующих улучшению экологической обстановки.

Как известно, Крымский полуостров расположен в ртутнорудном поясе земли (Jonasson, Boyle, 1972). На территории горного Крыма отмечены многочисленные рудопроявления ртути, приуроченные к зонам интенсивной трещиноватости и гидротермальных изменений (Геология СССР, 1972). В газовых выделениях грязевых вулканов Керченского полуострова установлено присутствие следов ртути, а установленное спектральным анализом содержание Hg в воде, составляющее $4,0 \cdot 10^{-3}\%$, превышает её кларковое содержание в земной коре ($7,7 \cdot 10^{-6}\%$) (Геология СССР, 1972). Основными антропогенными источниками загрязнения ртутью являются промышленно-коммунальные стоки, судоремонтные и нефтеперерабатывающие предприятия. Как было исследовано ранее, участки акватории бухты Южной (часть Севастопольской бухты), прилегающие к судоремонтным и судостроительным предприятиям, причальным стенкам и районам сброса сточных вод, характеризовались повышенным содержанием ртути (Костова, Иванов, 2009). Высокие концентрации ртути были отмечены для донных осадков Южной бухты на протяжении длительного периода времени (1992–2020 гг.) (Стецюк, 2021). По результатам геохронологии распределения ртути в донных осадках сева­стопольских бухт, для всех станций наблюдалась тенденция снижения концентрации ртути от относительно глубоких к верхним слоям донных осадков, соответствующим 2019–2020 гг. (Стецюк, 2021).

Список использованной литературы:

Геология СССР. Том VIII. Крым. Полезные ископаемые. М.: «Недра», 1974. – 208 с.

Костова С.К., Иванов В.Е. Литология и загрязнение ртутью донных осадков Севастопольской бухты (Чёрное море) // Междунар. науч. конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Д. Г. Панова, Ростов-на-Дону, 8–11 июня 2009 г. / Ростов-на-Дону, 2009. С. 177–180.

Стецюк А.П. Использование антропогенного радионуклида ^{137}Cs для геохронологии распределения ртути в донных осадках сева­стопольских бухт // тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. 150-летию Севастопольской биологической станции – Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий», Севастополь, 13–18 сентября 2021 г. / Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2021. С. 556–557.

Jonasson I.R., Boyle R.W. Geochemistry of mercury and origins of natural contamination of the environment // The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, January. 1972. P. 1–8.

Ui J. Mercury pollution of sea and fresh water. Its accumulation into water biomass // Rev. intern. oceanogr. med. 1970. V. 17. P. 256–258.

Watras C.J., Back R.C., Halvorsen S., et al. Bioaccumulation of mercury in pelagic freshwater food webs // Sci. Tot. Environ. 1998. V. 219. No. 2-3. P. 183–208.

Работа выполнена по теме государственного задания № 121031500515-8.

**УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ И СИНТЕЗ БИОТОПЛИВА ИЗ
CARTHAMUS TINCTORIUS В КРЫМУ**

Турина Е.Л.¹, Корнев А.Ю.²

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Россия

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и
нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, Россия
turina_e@niishk.ru, vniitinlab7@yandex.ru

Carthamus tinctorius (сафлор красильный) – масличная культура, выращиваемая в основном для получения высококачественного пищевого масла, натуральных красителей, биологически активных компонентов, применяемых в медицине (Турина, 2020). Это растение хорошо адаптировано к засушливым и полузасушливым регионам мира – глубокая корневая система позволяет ему извлекать воду с глубины до 2,2 м, а наличие ксерофитных шипов указывает на его способность переносить жару и засуху.

Возобновляемые и устойчивые энергетические ресурсы приобретают все большее значение для минимизации загрязнения окружающей среды и компенсации спроса на энергию во всем мире. Биотопливо является одним из возобновляемых видов энергетических ресурсов, которое может быть произведено из растительных масел. В научной литературе указывается, что сафлор красильный перспективен для получения биотоплива (Manojkumar, 2022).

Цель исследований – определить урожайность семян сортов сафлора красильного в условиях Центральной степи Крыма, а также провести синтез биотоплива.

Полевые эксперименты были проведены в течение 2020–2022 гг. на базе отделения полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма», опытное поле которого расположено в Красногвардейском районе Р Крым (с. Клепинино). Синтез метиловых эфиров (биодизельного топлива) был проведен в лабораторных условиях ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» (г. Тамбов).

Установлено, что наиболее эффективными за годы исследований были сорта сафлора Александрит, Ершовский 4 и Заволжский 1, урожайность которых в среднем составила 13,42; 13,11 и 12,55 ц/га соответственно.

Жирнокислотный состав полученных эфиров, как и исходного масла, включал в качестве основных кислот линолевую, олеиновую и эруковую. Физико-химические показатели метиловых эфиров из масла семян сафлора сорта Александрит (за исключением температуры застывания) соответствовали требованиям, предъявляемым к ним стандартом ГОСТ Р 53605-2009 (ЕН 14214:2003) «Топливо для двигателей внутреннего сгорания».

Исследование выполнено в рамках Госзадания РАН № FNZW-2022-0001 и договора о научно-техническом сотрудничестве между ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве».

Список использованной литературы:

Турина, Е. Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) и обоснование актуальности исследований с ним в Центральной степи Крыма (ОБЗОР) / Е. Л. Турина // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 1(21). – С. 100–121. – DOI 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121. – EDN VOFWUP.

Manojkumar, N. A. comprehensive review on the application of response surface methodology for optimization of biodiesel production using different oil sources / N. Manojkumar, C. Muthukumar, G. Sharmila // Journal of King Saud University – Engineering Sciences. – 2022. – Vol. 34. – No.3. – P. 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.09.012>

**ОЦЕНКА СЕЗОННОГО ПРОФИЛЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ
НА ПОСТАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ
СЕТИ Г. КРАСНОЯРСКА**

Халиков И.С.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Россия

Khalikov@rpatyphoon.ru

В работе (Korunov et al., 2020a) представлены результаты анализа содержания бенз(а)пирена (БаП) и других высокомолекулярных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в пробах атмосферного воздуха, отобранных в 2018 г. в промышленных городах Красноярского края на государственной наблюдательной сети Росгидромета. Как и для многих городов России (Korunov et al., 2020b), в городах Красноярского края показана сезонная изменчивость содержания БаП и других ПАУ с максимумом в зимнее время и минимумом в летний сезон. Среднемесячные концентрации БаП в воздухе превышали 10 ПДКс.с., главным образом в зимние месяцы. Уровень загрязнения атмосферного воздуха бенз(а)пиреном в г. Красноярске в 2018 г. характеризовался как "очень высокий", среднегодовая концентрация БаП составляла $6,5 \text{ нг/м}^3$ (Korunov et al., 2020a).

Отбор проб воздуха в г. Красноярске осуществлялся по действующим программам на 8 стационарных постах государственной наблюдательной сети (далее – ПНЗ) подразделениями ФГБУ "Среднесибирское УГМС" Росгидромета в соответствии с требованиями РД.52.04.186-89. Наблюдения за содержанием БаП и других ПАУ в атмосферном воздухе г. Красноярска показали близость концентраций ПАУ на разных ПНЗ города, несмотря на их разделение, на "городские фоновые" (ПНЗ №1), "промышленные" вблизи предприятий (ПНЗ № 8, 9, 20), "авто" вблизи автомагистралей в районах с интенсивным движением транспорта (ПНЗ № 3) и "жилые" (ПНЗ № 5, 7, 21).

Для сравнения различия сезонного профиля БаП, а также суммы 10 ПАУ, на постах ПНЗ г. Красноярска, в настоящей работе использовали методологию (Халиков, 2021; Халиков, Корунов, 2021) с помощью коэффициентов расхождения (K_p). В расчетах x_{i1} и x_{i2} представляли среднюю концентрацию компонента i (БаП или суммы 10 ПАУ) в местах отбора проб (где, 1 и 2 представляли пару ПНЗ), а n – количество значений среднего содержания БаП или суммы 10 ПАУ в разные месяцы года, которое равно 12. Рассчитанные значения K_p сезонного изменения, как БаП, так и суммы 10 ПАУ были менее 0,3 для всех пар ПНЗ, что указывает на близость сезонного хода содержания бенз(а)пирена и суммы ПАУ в воздухе на постах наблюдательной сети, что также может указывать на схожий тип источников поступления. Результаты показали, что деление ПНЗ на категории является условным, так как практически все районы города расположены в зоне влияния выбросов промышленных предприятий, включая ТЭЦ, отопительных и производственных котельных, автотранспорта.

Список использованной литературы:

Korunov A.O., Khalikov I.S., Surnin V.A., Zapevalov M.A., Bulgakov V.G. Atmospheric Air Pollution with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Krasnoyarsk Region Cities // Russian Journal of General Chemistry. – 2020a. – Vol. 90, No. 13. – P. 2563–2572.

Korunov A.O., Khalikov I.S., Surnin V.A. Seasonal Variation and Spatial Distribution of the Content of Benzo(a)pyrene in the Atmospheric Air in the Russian Federation // Russian Journal of General Chemistry. – 2020b. – Vol. 90, No. 13. – P. 2670–2680.

Халиков И.С. Способ сравнения пространственно-временных различий содержания химических компонентов в объектах природной среды. – Системы контроля окружающей среды – 2021 / Тезисы докладов Международной научно-технической конференции. – Севастополь, 09–12 ноября 2021 г. – Севастополь: ИК ИПТС, 2021. – С. 45.

Халиков И.С., Корунов А.О. Особенности изменения содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе 12 городов-миллионников России // Экологическая химия. – 2021. – Т.30, №6. – С. 340 – 348.

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ МИКРОБИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Чердакова А.С., Гальченко С.В.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Россия
cerdakova@yandex.ru

Нефть и продукты ее переработки являются одними из наиболее опасных и распространенных загрязнителей почв. Среди способов ремедиации нефтезагрязненных почв весьма эффективными и экологически безопасными являются биологические методы, основанные на использовании микробиодеструкторов, для которых нефтеуглеводороды служат питательным субстратом (Brown, 2017). Учитывая растущие объемы и масштабы загрязнения почв нефтепродуктами, возникает необходимость научного поиска способов стимуляции процессов их биоремедиации (Beškoski, 2019). По нашему мнению, в данном аспекте весьма перспективными являются природные гуминовые вещества и препараты на их основе.

Целью наших исследований являлась экспериментальная оценка влияния гуминовых препаратов на процессы микробиологической ремедиации почв, загрязненных нефтепродуктами различных фракций.

Объектом исследования служили промышленные гуминовые препараты, полученные из различного сырья. Основой исследования выступали вегетационные эксперименты, в рамках которых были смоделированы процессы микробиологической ремедиации серой лесной почвы, загрязненной нефтепродуктами различных фракций (бензин, дизельное топливо, мазут). В качестве источника нефтеокисляющей микрофлоры применяли биопрепарат «Дестройл» (культура штамма *Acinetobacter species JN-2*). В искусственно загрязненную нефтепродуктами серую лесную почву вносили указанный биоремедиатор и гуминовые препараты (в виде 0,01 % водных растворов). Контролем выступали образцы без внесения гуминовых препаратов.

Установлено, что гуминовые препараты оказывают выраженный стимулирующий эффект на процессы микробиодеструкции различных нефтепродуктов в загрязненной почве, но его наличие и выраженность зависит как от свойств нефтепродукта-загрязнителя, так и от характеристик применяемых гуминовых препаратов.

В отношении нефтепродуктов средних и тяжелых фракций стимулирующее действие гуминовых препаратов проявилось весьма отчетливо и зависело от источника их получения. Так, при ремедиации почвы, загрязненной дизельным топливом, более эффективными являлись гуминовые препараты, полученные из торфа. Под их воздействием степень биодеструкции загрязнителя выросла на 25–70 %, в зависимости от варианта эксперимента. Максимальная стимуляция микробиоремедиации почв, загрязненных мазутом, наблюдалась при использовании гуминовых препаратов, полученных из угля. Их внесение стимулировало процессы биоутилизации мазута на 10–40 % по сравнению с контролем.

В отношении почв, загрязненных бензином, эффективность гуминовых препаратов не установлена, поскольку на контрольных вариантах практически весь загрязнитель к моменту окончания эксперимента улетучился.

Таким образом, отмечена высокая эффективность совместного использования нефтеокисляющей микрофлоры и гуминовых препаратов в целях биоремедиации серой лесной почвы, загрязненной нефтепродуктами средней и тяжелой фракций.

Список использованной литературы:

Bioremediation of Oil Spills on Land / L.D. Brown, K.F. Gee, D.L. Cologgi, A.C. Ulrich // In book: Oil Spill Science and Technology. – New York: Wiley, 2017. – PP.699–729.

Bioremediation of soil polluted with crude oil and its derivatives: Microorganisms, degradation, pathways, technologies. / V. P. Beškoski, J. Milic, G G. Dojgic-Cvijovic, M. Ilic // Hemijska industrija. – 2019. – № 74 (4). – PP. 455–460.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Юнчик Ю.А.

ФГБУН «НИИСХ Крыма», г. Симферополь, Россия
Yunchik99@mail.ru

Введение. В процессе развития территории Российской Федерации необходимо решение задач социально-экономического характера, из которых фундаментальной задачей является управление земельным фондом, в частности землями сельскохозяйственного назначения, являющимися инструментом осуществления различных видов деятельности – хозяйственной и экономической. Необходимость учета природных свойств территории и организации использования земель таким образом, который бы наилучшим образом учитывал природные свойства землепользования, подчёркивал С.Н. Волков (2001). С целью создания наилучших организационно-территориальных условий для сельскохозяйственной деятельности выделяют агроэкологический подход. Агроэкологическая типизация земель – процесс выделения в составе земельного фонда групп земель, однородных по агроэкологическим признакам и свойствам. Агроэкологическими факторами являются факторы природной среды, обуславливающие рост и развитие растений, их подразделяют на биотические, абиотические, антропогенные.

Цель исследований. Целью исследования является апробация метода агроэкологического картографирования как способа совершенствования управления землями сельскохозяйственного назначения.

Материалы и методы исследований. Проведен анализ научно-методических основ управления землями сельскохозяйственного назначения, осуществлена подготовка картографического материала в ПО QGIS 2.18. В качестве материалов использованы: почвенная карта Крыма 1967 г., атлас Автономной Республики Крым 2003 г.

Использованы картографический, абстрактно-логический, монографический методы.

Результаты и их обсуждение. На основе метода агроэкологического картографирования возможно выделение агроэкологически однотипных территорий и агроэкологически однородных массивов (участков) земель (рис. 1).

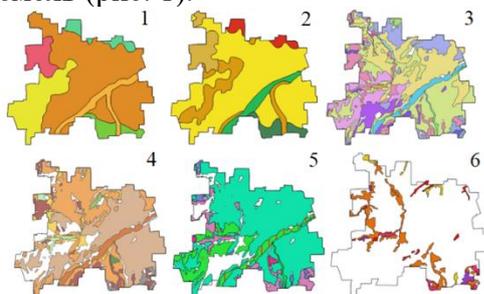


Рисунок 1 – Литогенетические и почвенные абиотические факторы на территории Красногвардейского района Республики Крым (1 – агропочвенное районирование, 2–3 – почвенная карта, 4 – почвообразующие породы, 5 – механический состав и почв, засоленные почвы, 6 – смытые почвы)

Посредством анализа абиотических факторов, выявлен фактор, оказывающий негативное влияние на хозяйственную деятельность в районе исследования, а именно – эродированность почв, прямо воздействующий на уровень содержания гумуса в почве. Выделена зона расположения глубокосолончаковых почв, а также смытых почв (12,64 % территории района, из которых намывные почвы – 1,07 %, слабосмытые – 1,04 %, слабосмытые и среднесмытые – 9,64 %, среднесмытые и сильносмытые – 0,90 %).

Список использованной литературы:

Волков С. Н. Землеустройство. Т. 2. Землеустроительное проектирование. Внутрихозяйственное землеустройство. – М.: Колос, 2001. – 648 с.

A STUDY ON THE METHODS OF ENVIRONMENTAL RESEARCH

Jingwen L.

Dalian Ocean University, Dalian, China

Environmental research is the collection, processing and manipulation of environmental information and the use of data to reflect and measure the environmental changes caused by human activities and the impact of environmental changes on humans. Typically, the basic process of research is broadly divided into three stages. As environmental research is primarily concerned with the environment, it covers all the conditions under which humans produce and live, including the factors that affect ecological balance and the consequences of change. The main methods of environmental research are extensive observation, comprehensive analysis and inductive deduction. Through these methods a variety of environmental research questions are quantified and evaluated in numerical language (Klein-Tank, Konnen, 2003).

List of used literature:

Klein-Tank A. M. G., Konnen G.P. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–1999 // *Journal of Climate*. – 2003. – V. 16. – P. 3665–3680.

Brooks M., Carruthers N. *Handbooks of statistical methods in meteorology*. – London: Great Britain Meteorological Office, 1953. – 412 pp.

**RECRUITMENT AND COLONIZATION OF MACROALGAE
TO THE ROCKY SHORE BY OCEAN WARMING**

Xing K.

College of Marine Technology and Environment, Dalian Ocean University
xingkun84@outlook.com

On the cold-temperate zone of Dalian, the collation of underwater images from 2011 to 2022 showed the initial colonization of macroalgal species *Sargassum horneri* was first recorded underwater on the offshore island in 2021, and the reproductive propagules were found along the coast area in 2022. The successful algal recruitment of *S. horneri* and other opportunistic warm-temperate algae may be established by ocean warming. The shifts could also be related to the declined fishing activities. The rocky and rugged underwater topography in Dalian provides the habitat for macroalgal species communities in the context of climate change and anthropogenic factors in this particular area. Other possible colonized species are the Japanese eelgrass *Zostera japonica* and the brown algae *Sargassum fusiforme*. The richness and abundance need to be monitored in the future. The ecological succession of the seagrass bed can promote the ecological service function, especially for the recreational or enhancement fishing area. It could also be used as a fish sanctuary to provide a basis for the establishment of important ecological areas and the new construction of marine protected areas.

Тезисы докладов
Международной научно-практической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2022»

Conference Abstracts
International Scientific and Practical Conference
"Environmental Control Systems – 2022"

На русском и английском языках

In Russian and English

Подписано к печати 31.10.2022.
Заказ 148. Тираж 300 экз.

Отпечатано ИП Куликов А.С.
299043 г. Севастополь, ул. Аксютина, д. 16, кв. 52
Тел.: +7 978 832 21 89