

## **РАЗДЕЛ 5. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

И. Е. Алексеева, А. М. Бессонова, Т. В. Богданов, Ю. Л. Малкова,  
*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СЕБЕЖСКИЙ»**

At the beginning of monitoring of water bodies of specially protected natural Sebezhsy National Park (Sebezhsy, Orono and Beloe lakes) was made a decision to study bottom sediments. The selection of non-stratified samples of surface bottom sediments makes it possible to determine the current, latest in time, anthropogenic impact on the studied water bodies. As the main indicator of anthropogenic impact was chosen the content of heavy metals and metalloids (Cu, Cr, Zn, Pb, Ni and As).

Национальный парк «Себежский» – особо охраняемая природная территория (ООПТ) федерального значения. Территория парка охватывает пределы Себежской возвышенности и занимает площадь более 500 км<sup>2</sup> (51081 га) [1]. Территория парка располагается на водоразделе бассейнов двух крупных рек – Западная Двина и Великая, но при этом все его реки (которых насчитывается 20) и гидрологическая сеть в целом относятся к бассейну Западной Двины. Такие озера парка, как Себежское, Ороно, Вятитерево, Глыбочно, Белое, Озерявы и Нечерица формируют единую систему водоемов, сообщающихся между собой через небольшие реки и протоки. Исследуемые озера Себежское, Ороно и Белое имеют ледниковое происхождение.

Методы исследования. В период проведения работ в 30.01.2022 по 04.02.2022 был проведен отбор нестратифицированных донных отложений на каждом из исследуемых озер (17 на Себежском, 12 на Ороно и 4 на Белом). Для отбора проб использовался дночерпатель Ван-Вина. Затем проба помещалась в герметичный полиэтиленовый мешок с вложенной этикеткой номера пробы.

Также, при помощи *GPS*-трекера в каждой точке пробоотбора фиксировались координаты. Весь процесс пробоотбора осуществлялся при соблюдении ГОСТ 17.1.5.01-80 «Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность».

Кроме того, в период проведения работ происходил отбор стратифицированных донных отложений с помощью пробоотборника ГОИН 1,5 м. Всего было отобрано 8 проб на озере Себежское и по 3 пробы на озерах Ороно и Белое. В данной работе представлен анализ поверхностного слоя отобранных колонок (глубина проб 0–20 см).

Далее, в качестве пробоподготовки для дальнейшего анализа, отобранные пробы донных отложений были высушены в сушильном шкафу, после чего измельчены с помощью пестика в ступке до тонкозернистого, пылеватого состояния для равномерного распределения по дну рабочего контейнера, помещаемого в анализатор.

Непосредственно анализ отобранных и обработанных проб донных отложений проводился рентгенофлуоресцентным методом с помощью рентгеновского анализатора AP-104 (далее – анализатор) [2]. В ходе анализа проб определялось содержание в них следующих металлов: Ni, Cr, Pb, Zn, Cu, а также As (содержание мышьяка оказалось ниже порога обнаружения прибора - 5 ppm). Выбор данных элементов обоснован тем, что они являются главными индикаторами антропогенного воздействия на среду [3, 4].

Результаты обработки материалов. Национальный парк «Себежский» был учрежден в 1996 году, и до этого воздействие человека на данной территории не регламентировалось в соответствии с нормами заповедных территорий. Поэтому исследуются следы антропогенного воздействия в донных отложениях озер Себежское и Ороно, которые расположены в непосредственной близости от города Себеж. В качестве фонового объекта было принято озеро Белое, так как оно расположено на удалении в 9 км от города Себеж и потенциальных источников воздействия. Кроме того, данный водный объект гидрологически

отделен от двух других озер тремя водоемами, что препятствует миграции различных веществ.

Обсуждение результатов. Анализ результатов исследования заключается в сравнении полученных результатов содержаний тяжелых металлов в пробах поверхностных донных осадках озер Себежское и Ороно с озером Белое, принятым в качестве объекта фонового мониторинга, а также в изучении пространственного распределения тяжелых металлов в донных осадках по площади озер.

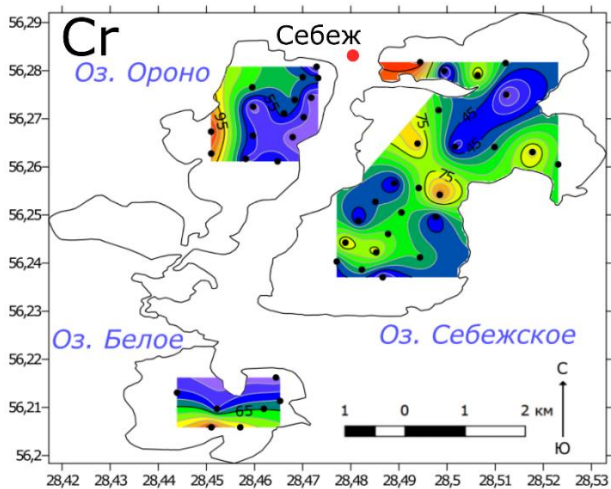
По представленным картам распределения содержания Cr, Cu, Ni, Pb и Zn (рис. 1, а–д соответственно) можно сказать, что наиболее интенсивное накопление данных элементов наблюдается в прибрежных частях озер, куда происходит поступление загрязняющих веществ.

Наиболее интенсивное загрязнение озера Ороно наблюдается в северной его части, где располагаются основные источники антропогенного воздействия на территорию национального парка (влияние селитебной зоны, а также предприятий, таких как МУП «Райводоканал» и МУП Себежского района «Теплоэнергия», расположенных на северном берегу озера Ороно).

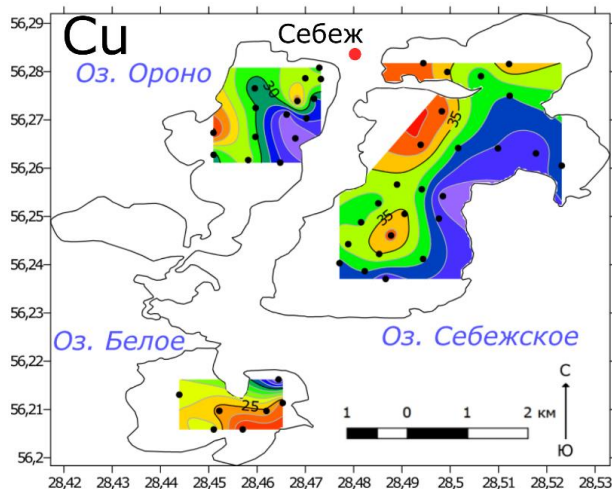
Наибольшее содержание анализируемых элементов в донных осадках озера Себежское наблюдается в его северо-западной части, на берегу которой непосредственно расположен город Себеж и потенциальные источники воздействия. Наименьшие абсолютные значения среди изучаемых озер наблюдаются на озере Белом, принятом в данном исследовании за фоновое. Однако в данном водоеме наблюдается накопление Cr, Cu, Ni, Pb и Zn в наиболее глубоких центральных участках озера, куда происходит постепенная миграция поступающих в исследуемые водный объект веществ.

Среди изучаемых элементов наибольшими абсолютными значениями обладает Zn, максимальное содержание которого обнаружено в северной части озера Ороно и северо-западной части озера Себежское, и составило 141 мг/кг и 163 мг/кг соответственно. В донных отложениях озера Белое его содержание варьирует от 59 до 122 мг/кг. Следовательно, можно сделать вывод о более

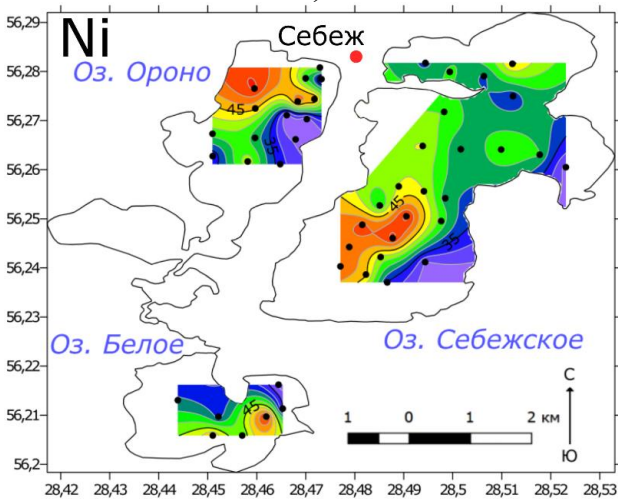
интенсивном антропогенном воздействии на изучаемые озера по сравнению с фоновыми территориями.



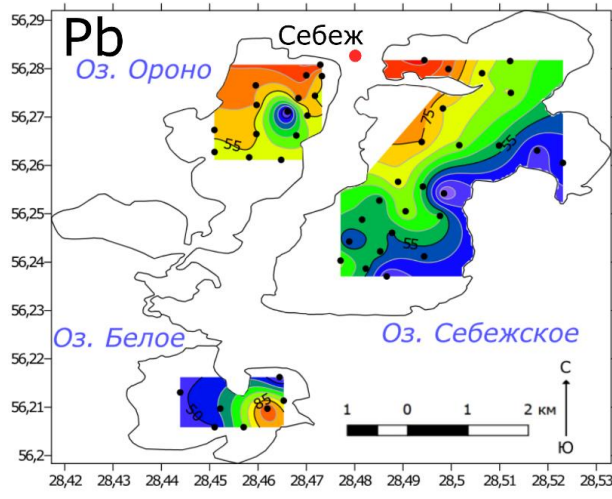
а)



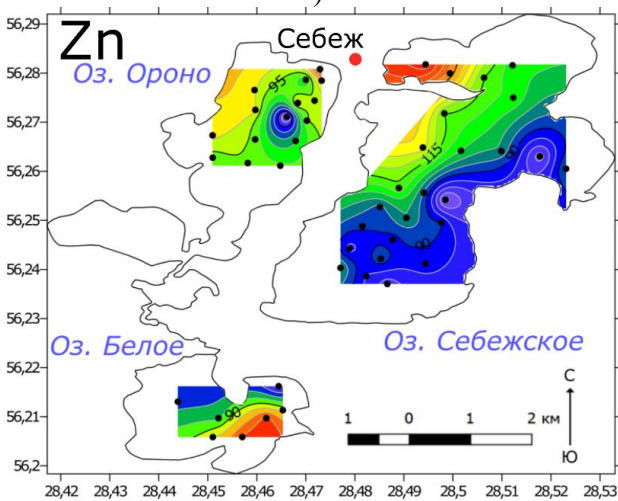
б)



в)



г)



д)

Рис. Карты-схемы распределения содержания Cr (а), Cu (б), Ni (в), Pb (г) и Zn (д) в донных отложениях озер Себежское, Ороне и Белое

В целом, наибольшее содержание Cr, Cu, Ni, Pb и Zn по абсолютным значениям содержания данных элементов в донных отложениях наблюдается на озерах Себежское и Ороно, расположенных непосредственно вдоль косы, на которой находится город Себеж.

**Выводы.**

1. Наиболее интенсивное накопление изучаемых металлов наблюдается в прибрежных частях озер, куда происходит поступление загрязняющих веществ в исследуемые водоемы с их водосборной территории.

2. На северных участках исследуемых озер Себежское и Ороно, на берегу которых непосредственно расположен город Себеж, наблюдаются высокие показатели содержания Cr, Cu, Ni, Pb и Zn относительно значений, зарегистрированных на озере Белом, принятом в качестве фонового, что свидетельствует о наличии антропогенного воздействия на них.

3. Вследствие отсутствия установленных нормативов содержания тяжелых металлов в донных осадках оценка загрязненности территории проводится с помощью сравнительного анализа фоновых значений озера Белое с полученными значениями на озерах Себежское и Ороно. Так, касательно цинка, обладающего наибольшими значениями среди изучаемых веществ, самые высокие его концентрации зарегистрированы в северо-западной и северной частях озер Себежское и Ороно и составили 163 мг/кг и 141 мг/кг соответственно в то время, как на озере Белом содержание данного элемента варьирует от 59 мг/кг до 122 мг/кг.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Себежский национальный парк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://seb-park.ru/about/> (дата обращения 31.03.2022)

2. Грабовский, А. В. Анализатор рентгеновский AP-104. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Особое конструкторское бюро НПО «Рудгеофизика». – Ленинград, Малое Государственное предприятие «Гея», 1991.

3. Терехова, А. В., Зеленковский, П. С., Подлипский, И. И., Хохряков, В. Р. Определение фоновых содержаний тяжелых металлов в почвах и донных осадках центральной части национального парка «Смоленское Поозерье». // В сб. «Экологические проблемы недропользования». Материалы XVII международной молодежной научной конференции. Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета; Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. 2017. – С. 67–74.

4. Коннонова, Л. А., Подлипский, И. И., Зеленковский, П. С., Хохряков, В. Р. Расчет коэффициента суммарного загрязнения в почвах и донных отложениях рекреационной зоны национального парка «Смоленское Поозерье» // В сб. «Экологические проблемы недропользования». Материалы XVI международной молодежной научной конференции. Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета; Геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. 2016. – С. 260–262.

I. E. Alekseeva, A. M. Bessonova, T. V. Bogdanov, Yu. L. Malkova,  
St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

**REGULARITIES OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF HEAVY  
METALS IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF SOME LAKES OF THE  
NATIONAL PARK "SEBEZHSKI"**