

## **ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ НА НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СКОРПЕНЫ**

Н.С. Кузьмина<sup>1</sup>, А.В. Старкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии южных морей НАНУ, 99011, Украина,  
г. Севастополь, пр. Нахимова 2, e-mail: kunast@rambler.ru

<sup>2</sup>Малая Академия Наук, 99055, ул. Генерала Острякова, 163

Аннотация: В работе рассматривается связь между уровнем загрязнения акваторий прибрежной зоны г. Севастополя и биохимическими показателями, отражающими состояние печени, почек и желчного пузыря рыб. На примере донного черноморского вида рыб (скорпены) показано увеличение уровня креатинина и  $\gamma$ -ГТТ в печени скорпены из наиболее загрязненной бухты.

Ключевые термины: Черное море, загрязнение, скорпена, печень.

В последние годы информация о загрязнении черноморских акваторий очень противоречива. Большинство данных о содержании ксенобиотиков в воде и тканях гидробинтов, в том числе рыб, говорят об улучшении экологической ситуации в Черном море [3 - 5].

В связи с этим представляет интерес исследование показателей физиологического статуса рыб, как одного из последних звеньев трофической цепи.

Известно, что основными индикаторами функционирования печени, почек и желчного пузыря животного организма являются креатинин,  $\gamma$ -глутамилтранспептидаза ( $\gamma$ -ГТТ),  $\beta$ -липопротеиды, щелочная фосфатаза и др. [7 - 14]. Анализ щелочной фосфатазы и  $\gamma$ -ГТТ проводят при диагностике обструктивных заболеваний печени и желчевыводящих путей [13 - 14]. Образование  $\gamma$ -ГТТ в печени может быть вызвано холестазом, присутствием в организме токсических продуктов, инфекции, а также при патологии почек [7 - 14]. Липопротеины низкой плотности ( $\beta$ -липопротеиды) в своем составе в норме содержат до 45% холестерина, что преобладает над другими типами липидов, поэтому данные липопротеины рассматривают как транспортную форму холестерина в крови [7, 13, 14]. Креатинин – главный показатель состояния почек. Если уровень креатинина в организме повышен – это может быть симптомом острой и хронической почечной недостаточности, обезвоживания организма. Понижения креатинина наблюдается при голодании (снижении мышечной массы) и др. [13-14].

Цель работы: определить активность/содержание некоторых биохимических параметров рыб из районов, отличающихся уровнем антропогенной нагрузки.

Объектом исследования являлся морской ерш (скорпена) *Scorpaenaporcus* Linnaeus, отловленный донными ловушками в прибрежной акватории г. Севастополя (бухта Балаклавская, бухта Карантинная, мыс Толстый) в 2011-2012 гг.

Наиболее загрязненной является б. Балаклавская, так как в нее сбрасываются хозяйственно-бытовые и шламовые воды без очистки. Менее загрязненной считаем б. Карантинную, так как в нее поступают хозяйственно-бытовые сточные воды после механической очистки. Самым чистым районом в нашем исследовании был мыс Толстый, так как это зона открытого моря, в которой прямых источников сброса сточных вод нет.

Скорпена – типичный донный обитатель Черного моря; не являющийся промысловым видом; обитает в основном в прибрежной зоне в зарослях водорослей и трав на глубине от 0,5 до 40 м; основной пищей этого хищника являются рыба и беспозвоночные, преимущественно крупные ракообразные. Состав пищи меняется в зависимости от сезона. Морской ерш размножается с апреля до сентября, откладывая икру порционно [1].

Для анализа состояния скорпены были проанализированы некоторые биохимические показатели (креатинин,  $\gamma$ -ГТТ,  $\beta$ -липопротеиды, щелочная фосфатаза) в печени 47 рыб. Активность гамма-глутамилтранспептидазы, щелочной фосфатазы, содержание креатинина определяли с использованием стандартных наборов реактивов «Филисит», а уровень  $\beta$ -липопротеидов – согласно [7].

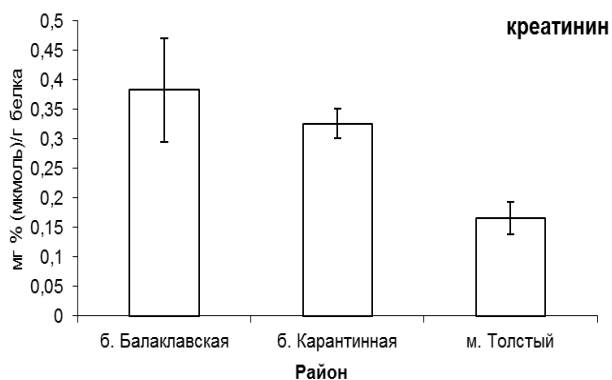
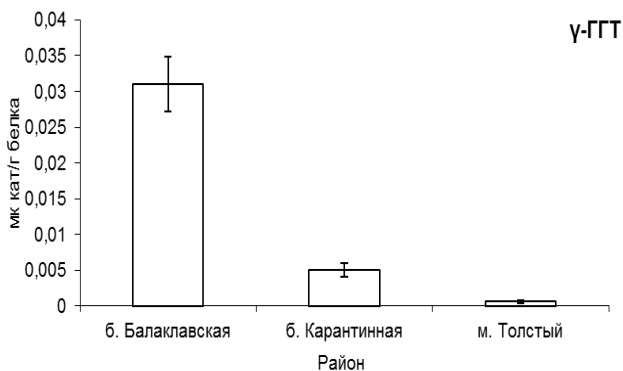
Установлено, что наиболее высокий уровень креатинина был у рыб из самой загрязненной бухты (рис. 1). На наш взгляд этот факт указывает на заболевания печени, что подтверждается данными анализа  $\gamma$ -ГТТ: в б. Балаклавская активность этого фермента максимальна. Не отмечено достоверных отличий активности щелочной фосфатазы и уровня  $\beta$ -липопротеидов у рыб из исследованных акваторий. Это свидетельствует о том, что глубоких отклонений (обструктивные заболевания печени и желчевыводящих путей, а также нарушения в липидном обмене) нет.

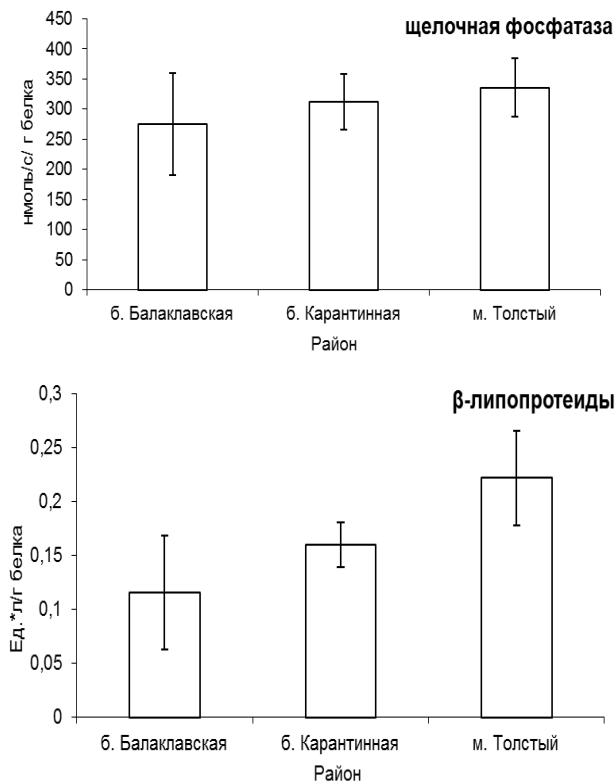
Сходные результаты исследований получены и другими исследователями. Так, в печени африканского клариевого сома *Clarias gariepinus*, подвергнутого действию различных концентраций хрома активность  $\gamma$ -ГТТ повышалась [10]. Концентрация креатинина в плазме крови атлантического лосося *Salmosalar*, которого кормили

рыбным кормом, содержащим ртуть в сублетальных концентрациях, возрастала [8].

При сочетании комплексного загрязнения и эффекта гипоксии в Султанском водохранилище (Турция) происходила массовая гибель промысловых видов рыб (*Cyprinus carpio*, *Leuciscus cephalus*, *Carpoeta trutta* и *Carpoeta umbla*). Было отмечено, что в предсмертном состоянии в их крови уровень креатинина и  $\gamma$ -ГГТ возрастал [9].

Слабые изменения активности щелочной фосфатазы в печени вызывало действие хлорида ртути у змеоголова пятнистого [12]. У морского красного леща *Chrysophrys major* продолжительное совместное действие цинка, меди и селена не вызывало изменений в активности щелочной фосфатазы, хотя при влиянии низких концентраций цинка и меди по отдельности происходило повышение активности этого фермента [11].





**Рис. 1. Биохимические параметры печени морского ерша из разных акваторий прибрежной зоны г. Севастополя**

При проведении нами подобных исследований на черноморском мерланге получены идентичные результаты: в районе Севастополь-Ялта величины указанных биохимических параметров были самыми высокими, в то время как в печени пикши, отловленной в заповедной акватории (Карадаг) их значения минимальны [2].

На основании проведенных исследований можно заключить: у донного, не совершающего миграции вида, скорпены, отмечено увеличение активности  $\gamma$ -ГТТ и креатинина в ответ на долговременное пребывание рыб в загрязненной среде. Это указывает на то, что в некоторых районах прибрежной зоны Черного моря происходят нарушения в функционировании печени и почек морских рыб.

### **Библиографический список**

1. *Болтачев А.Р., Карпова Е.П.* Морские рыбы Крымского полуострова. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. – 224 с.
2. *Кузьминова Н.С., Дорохова И.И.* Биохимические показатели черноморского мерланга в разных районах Черного моря // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: Зб. матер. III Міжнар.наук.-практ. конф., присвяченної 25-річчю біологічного факультету. – Запоріжжя. - С. 135 – 137.
3. *Костильов Е.Ф., Ткаченко Ф.П., Трет'як І.П.* Сучасний стан та динаміка змін макрофітобентосу філофорного поля Зернова // Причорноморський екологічний бюлетень: наук.-практ. журн. Одеса. 2008. № 4 (30). С.42 – 46.
4. *Орлова И.Г., Павленко Н.Е., Украинский В.В. Попов Ю.И.* Состояние эвтрофированности вод северо-западной части Черного моря по результатам многолетнего мониторинга // Сб. науч. тр. «Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа». 2007. Вып. 15.С. 32-43.
5. Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман, Ю. А. Загородняя; НАН Украины, Институт биологии южных морей НАН Украины. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. - 367 с.
6. *Световидов А.И.* Рыбы Черного моря. – Л.: Наука, 1964. - 550 с.
7. Цитофізіологія та біохімія травлення. Практикум: Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. – 271 с.
8. *Berntssen M., Hylland K. Julshamn K., Lundebye A., Waagbo R.*Maximum limits of organic and inorganic mercury in fish feed // Aquaculture Nutrition. 2. 2004. 10. P. 83-97.
9. *Kandemir S., Örün İ, Talas Z., Örün G.N., Erdoğan K., Işık M., Altaş L., Duran A.* Effects on mortality of biochemical and limnological properties on some fish species in Sultansuyu Dam Lake (Malatya), Turkey // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2010. 10. P. 431 - 437.
10. *Kori-Siakpere O., Adamu K.M., Okobi Sublethal I.J.* Effects of chromium on enzymatic activities of the african catfish: *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) // Not. Sci. Biol. 2012. 4(1). P. 24-30.
11. *Lan W. G., Wong M. K., Chen N., Sin Y. M.* Effect of combined copper, zinc, chromium and selenium by orthogonal array design on

alkaline phosphatase activity in liver of the red sea bream, chrysophrys major // Aquaculture. 1995. 131. № 3-4. P. 219-230.

12. Narayan R. R., Sathyanesan A. G. Mercuric chloride, cythion and ammonium sulfate induced changes in the brain, liver and ovarian alkaline phosphatase content in the fish channa punctatus // Environment and Ecology. 1985. 3(2). P. 263-268.

13. <http://vetlabcentr.ru>

14. <http://medkarta.com>

#### EFFECT OF MARINE POLLUTION ON SOME BIOCHEMICAL INDICES OF SCORPION FISH

N.S. Kuz'minova <sup>1</sup>, A.V. Starkova <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biology of the Southern Seas of Ukrainian National Academy of Sciences, 99011, Ukraine, Sevastopol, Nakhimov av. 2; e-mail: kunast@rambler.ru

<sup>2</sup>Junior Academy of Sciences, 99055, Generala Ostrjakova av., 163

Abstract: The connection between level of pollution of Sevastopol coastal area and biochemical parameters that describe the state of liver, kidney and gall bladder of fish is studied. It was showed on the example of bottom fish specie, *Scorpaena porcus*, that the concentration of creatinine and  $\gamma$ -GGT in liver of scorpion fish from contaminated bay were high.

Key words: Black Sea; scorpion fish; liver.

УДК 911.8

### ПОДХОДЫ И СОДЕРЖАНИЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРОРТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

М.С. Оборин

Пермский институт (филиал) Российского государственного торгово-экономического университета, 614070, г. Пермь, б-р Гагарина, 57  
e-mail: [recreachin@rambler.ru](mailto:recreachin@rambler.ru)

Аннотация: В статье рассмотрено основное содержание рекреационного природопользования. Приведена структура рекреационного природопользования и представлены этапы изучения санаторно-курортных территорий. Выявлена роль ландшафтного планирования в формировании системы рекреационного природопользования.

Ключевые слова: рекреационное природопользование, ландшафтное планирование, рекреация, курортная территория, хозяйственная деятельность.

Природопользование можно рассматривать как интегральную форму взаимодействия природы и общества через систему

хозяйственно-экономических и экологических мероприятий, направленных на разведку, использование, преобразование, восстановление и сохранение (охрану) природных ресурсов, что создает необходимые условия для гармоничного взаимодействия и совместного функционирования производства, населения и окружающей природной среды. Рекреационное природопользование имеет свою специфику, которая определяется видом деятельности, удовлетворением лечебно-оздоровительных и рекреационных потребностей и необходимостью максимального сохранения природных лечебных ресурсов.

Эффективное развитие санаторно-курортной рекреационной отрасли нашей страны является важной социально-экономической задачей. Санаторно-курортные учреждения играют большую роль в лечении, оздоровлении и профилактике различных классов заболеваний, повышая качество жизни населения. Кроме лечебного эффекта, большое значение принадлежит рекреационным и анимационным занятиям (система отдыха). Для успешной организации курортного дела необходимо рационально использовать весь имеющийся курортно-рекреационный потенциал (природные лечебные ресурсы – минеральные воды, климат, грязи, ландшафтные комплексы), а также все ландшафтное пространство, где организован лечебно-оздоровительный комплекс.

Большое значение в организации хозяйственно-экономической системы курортных территорий может принадлежать системно-геоэкологическому или ландшафтно-экологическому подходу, который можно рассматривать как приближенный аналог средовой концепции (средового подхода).

На начальном этапе создания новых санаторно-курортных комплексов необходимо проведение серии рекогносцировочных мероприятий, направленных на получение первичной информации о данной территории. В эти мероприятия могут входить следующие работы:

- гидрогеологические исследования недр с целью выявления лечебных минеральных ресурсов разного ионного состава;
- изучение ландшафтно-климатических особенностей территории с последующим их использованием в лечебно-оздоровительной деятельности;
- ландшафтно-экологическое и производственное планирование территории строительства и функционирования курортно-рекреационных объектов.

Во время создания и функционирования санаторно-курортных территорий геоэкологический и средовой подходы представляют собой систему, позволяющих разработать схему исследования:

- Применение элементов ландшафтного планирования территории;
- Разработка системы рационального природопользования санаторно-курортного объекта;
- Создание системы экологического управления (экологического менеджмента) для курортно-рекреационного комплекса.

**Ландшафтное планирование** представляет собой комплекс мероприятий по организации и совершенствованию территориальных решений с целью оптимизации влияния негативного воздействия и сохранения природных комплексов. Ландшафтное планирование в санаторно-курортной отрасли имеет огромное значение, так как все курорты нуждаются в принятии технологических, архитектурно-ландшафтных и благоустроительных решений, которые позволят сохранить природную лечебно-оздоровительную среду и некоторые ее элементы для эффективного использования в курортно-рекреационной деятельности.

В последнее время активно используют понятие природно-экологического каркаса, под которым понимают сложную систему взаимоувязанных элементов, которые дают систематизированную аналитическую информацию о качестве и значимости природных и природно-антропогенных территориальных комплексов, а также представляют собой основания для принятия решений при комплексном территориальном планировании [3]. Территориальное планирование в области курортного дела должно осуществляться с учетом природно-ландшафтной целостности структурных элементов, экологической и рекреационной значимости, ландшафтного разнообразия и аттрактивности.

Ландшафтно-экологические базисы (каркасы) согласно системному подходу должны выполнять в рамках санаторно-курортного комплекса три взаимосвязанные группы функций:

- Лечебно-оздоровительные;
- Рекреационные;
- Природоохранные.

**Система природопользования.** Под *системой природопользования* мы будем понимать исторически сложившиеся



особенности взаимодействие человека и природы, обусловленные ее особенностями и социально-экономической структурой общества.

Наиболее полный и целостный анализ природопользования реализуется в качестве территориальной системы природопользования (ТСПП), рассматриваемой на локальном уровне, которым является Усть-Качкинская курортно-рекреационная зона, но являющаяся основным (ключевым) звеном в территориальной системе санаторно-курортного комплекса Пермского края.

Использование природных ресурсов включает ресурсопотребление и получение «природных» услуг того или иного природного комплекса. В структуре ТСПП можно выделить следующие основные элементы (компоненты) [1]:

- основной системообразующий элемент (природная часть);
- социальный компонент (население и расселение);
- обеспечивающий элемент взаимодействие первого и второго - технологии природопользования, инфраструктура производства, институционально-управленческая среда (хозяйственная часть).

Системная методология была использована при разработке общей схемы эколого-социально-экономической системы (ЭСЭС) и системы природопользования [1,2], представленной тремя блоками (подсистемами): *структура, функционирование и развитие*. Взаимодействие этих частей системы характеризует процесс функционального развития системы природопользования данной территории.

Подробная структура природно-хозяйственной составляющей курортно-рекреационного природопользования состоит их трех блоков:

- Недропользование и добыча природных минеральных лечебных ресурсов включает в себя:
  - добычу подземных минеральных вод и грязей разного геологического генезиса;
  - добыча подземных и поверхностных пресных вод хозяйственно-питьевого назначения;
  - мониторинг за качеством подземных и поверхностных вод.
- Водопользование на рекреационных объектах состоит из:
  - рекреационное водопользование: купание, прием солнечных ванн, талласотерапия, отдых;
  - специальное водопользование: транспортное, сброс сточных вод, использование акватории под пляж;

- мониторинг рекреационной нагрузки на береговую зону и качества поверхностных вод.

• Ландшафтно-климатическое использование территории представлено:

- использование ландшафтных и климатических особенностей в лечебном процессе (прогулки в лесу, терренкуры, пешекуры, пляжи и т.д.);

- создание квазиприродных и антропогенных ландшафтно-климатических комплексов (климатопавильоны, ландшафтные и ионизированные комнаты);

- мониторинг за рекреационной нагрузкой на ландшафтные комплексы и качество микроклиматических параметров.

Кратко рассмотрев систему изучения рекреационного природопользования, включающего санаторно-курортное лечение и отдых, можно сделать вывод, что предельное количество природных ресурсов, которое человек может использовать без подрыва своего существования и развития, называют природно-ресурсным потенциалом. В современном природопользовании особое значение приобретает глубокий и всесторонний анализ проблемы взаимоотношения общества и природы в целях разработки основ рационального использования природных ресурсов и поддержания здоровой для человека экологической среды.

### ***Библиографический список***

1. *Оборин М.С.* Усть-Качкинская курортно-рекреационная зона как эколого-социально-экономическая система. Автореф. канд. географ. наук. Пермь. 2007.-20 с.

2. *Оборин М.С.* Системная методология как один из подходов изучения рекреационного природопользования // Вестник УдмГУ. – 2010. – №3. – С. 12-18.

3. *Гриднев Д.З.* Природно-экологический каркас в территориальном планировании муниципальных образований. Автореферат канд. географических наук. Москва, 2011. - 23с.

#### APPROACHES AND CONTENT OF STUDYING OF RESORT AND RECREATIONAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

M. S. Oborin

Perm institute (branch) of the Russian state trade and economic university,  
614070, Perm, Gagarin Boulevard 57

Abstract: In article the main content of recreational environmental management is considered. The structure of recreational environmental management is given and stages of

studying of sanatorium territories are presented. The role of landscape planning in formation of system of recreational environmental management is revealed.

Keywords: recreational environmental management, landscape planning, recreation, resort territory, economic activity.

УДК 624.131.1

## **ИЗУЧЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГРУНТОВОГО МАССИВА**

К.В. Панкратова, А.М. Ларионова

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 199106,  
Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2  
e-mail: pan-ksenia@yandex.ru

Аннотация: В работе рассматриваются виды техногенного воздействия на грунтовый массив и как результат – изменение состава, состояния, физико-механических и водных свойств пород, изменение кислотно-щелочных условий, активизация микробной деятельности и возможность развития инженерно-геологических процессов и явлений. Рассмотрена необходимость прогнозирования времени протекания техногенных преобразований с целью дальнейшего их сопоставления со сроками эксплуатации сооружений.

Ключевые термины: техногенная трансформация, напряженное состояние, контаминанты, гидродинамические и гидрохимические условия, длительная устойчивость.

При техногенной трансформации, вызванной инженерной и хозяйственной деятельностью человека, для инженерной геологии значение приобретает изменение состава, состояния, физико-механических и водных свойств пород, преобразование кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных условий, активизация микробной деятельности и возможность развития инженерно-геологических процессов и явления.

Все многообразие техногенного влияния на грунтовый массив можно разделить на пять основных групп, специфика и интенсивность воздействия которых будет зависеть от особенностей технологического режима эксплуатации инженерного сооружения:

- 1) изменение напряженного состояния толщи пород в процессе строительства и эксплуатации наземных и подземных сооружений;
- 2) трансформация гидродинамического и/или гидрохимического режимов водоносных горизонтов и комплексов под воздействием

понижения или подъема уровня подземных вод и загрязнение их контаминантами природного и техногенного происхождения; 3) изменение окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных условий при загрязнении различными контаминантами; 4) изменение термодинамических условий толщи пород за счет влияния тепловыделяющих сооружений либо нарушения природного теплового баланса вследствие влияния искусственных покрытий территории и действия скрытых факторов подтопления; 5) активизация микробиологической деятельности за счет поступления питательного и энергетического субстратов, дополнительного увлажнения и отепляющего эффекта и др., которая сопровождается изменением состояния и физико-механических свойств песчано-глинистых отложений, а также повышением агрессивности среды по отношению к конструкционным материалам.

Изменение напряженного состояния горных пород может рассматриваться как со знаком плюс, например, ростом напряжений при возведении сооружений различного назначения, так и со знаком минус – разгрузка толщи горных пород (котлованы, некоторые зоны горных выработок). Кроме того, рост напряжений может быть вызван откачкой подземных вод и происходит за счет увеличения эффективных давлений при снятии напоров. В то же время нагнетание воды, промышленных стоков в толщу горных пород приводит к обратному результату – снижению эффективных давлений в условиях нового гидродинамического режима.

Изменение гидрогеологических условий при эксплуатации промышленных сооружений с «мокрым» технологическим режимом, а также возможные утечки из инженерных сетей сопровождается трансформацией гидродинамической и гидрохимической обстановки, а, соответственно, изменяются физико-химические условия в системе вода – порода. В зависимости от технологических особенностей предприятия химический состав стоков различается, так на химических предприятиях преобладают кислотно-щелочные стоки, для металлургических заводов – утечки серной кислоты, для энергетических предприятий характерны маломинерализованные воды [1]. Утечки промышленных стоков различного состава ведут к подтоплению оснований сооружений и изменению химического состава подземных вод.

При анализе взаимодействия горных пород с фильтрационными растворами в зависимости от pH и химического состава последних могут быть выделены процессы, которые приводят к: 1) выщелачиванию из силикатов и алюмоферрисиликатов  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,

CaO, MgO при воздействии кислоты; 2) образованию цементирующего геля при поликонденсации кремневой кислоты, который повышает прочность структурных связей в глинистой породе, при воздействии растворов с  $pH > 3$ ; 3) уменьшению содержания глинистой фракции, снижение влажности, пластичности, плотности породы при воздействии растворов с  $pH < 7$ ; 4) в щелочных растворах к набуханию пород; 5) при  $pH > 9-10$  происходит формирование цементоподобных минералов, которые кристаллизуются в форме кристаллогидратов [2, 5].

В настоящее время установлено, что наиболее контрастные техногенные температурные аномалии образуются в толщах пород в пределах промышленных зон с «горячим» циклом производства. Температура пород в основании печного отделения и дымовых труб превышает  $100^{\circ}\text{C}$ , уменьшаясь с глубиной, что способствует развитию термоусадочных деформаций. Температура в основании силосов остывающего цементного клинкера достигает  $40^{\circ}\text{C}$ . Эксплуатация метрополитена, теплотрасс приводит к повышению температуры пород до  $10^{\circ}\text{C}$ . Известно, что при повышении температуры поровой воды более  $30^{\circ}\text{C}$  происходит изменение ее структуры, вязкости, а также наблюдается температурные деформации твердой составляющей. Создание температурных градиентов приводит к движению поровой воды (термовлагопереносу), что часто вызывает развитие дополнительных деформаций зданий и сооружений.

Активизацию микробной деятельности в дисперсных породах предлагается оценивать по величине микробной массы (ММ), поскольку бактериальные клетки и продукты их метаболизма более чем на 60% состоят из белковых соединений. Значение микробной массы включает белок живых, мертвых клеток и продуктов их метаболизма [4].

Негативная деятельность микроорганизмов в подземном пространстве проявляется в развитии и/или активизации различных процессов, таких как: 1) формирование пльвинных свойств в песках и тиксотропии в глинистых грунтах; 2) природная и природно-техногенная газогенерация; 3) развитие неравномерных и длительных осадок наземных сооружений; 4) возникновение/ или активизация оползневых смещений в пределах откосов рек и каналов; 5) биокоррозионная деструкция конструкционных материалов [1].

Позитивная деятельность микроорганизмов заключается в деградации контаминантов путем химического окисления, а также их биохимическая трансформация при участии различных форм микробиоты [1]. В верхней части грунтовой толщи, в зоне аэрации, где

велико значение инсоляции и кислорода воздуха наиболее активно протекают процессы химического окисления и биохимической деградации нефтяных углеводородов с участием аэробных форм микроорганизмов и, соответственно, самоочищению подземной среды.

Изучая техногенные изменения, протекающие в грунтовом массиве, необходимо проводить сопоставление сроков эксплуатации сооружения со временем протекания таких преобразований [3]. При этом возможны три варианта. В первом – время техногенных преобразований, приводящих к негативному изменению геологической среды значительно меньше, чем срок эксплуатации сооружения. В этом случае необходим постоянный контроль и введение корректирующих переменных в проектные разработки для обеспечения безопасности эксплуатации сооружений различного назначения. Во втором – время техногенных изменений сопоставимо со сроками эксплуатации сооружения, и в последнем – оно значительно превышает его срок. В двух последних случаях необходимо решить вопрос о том, насколько частичные техногенные преобразования во времени повлияют на безопасное функционирование данного сооружения в определенные периоды его эксплуатации и будет ли обеспечена длительная устойчивость.

#### ***Библиографический список***

1. *Дашко Р.Э., Норова Л.П.* Инженерно-геологические и геоэкологические исследования влияния эксплуатационных факторов на устойчивость гражданских и промышленных сооружений //Записки Горного института. Т.153. СПб, 2003. С. 144-148.
2. *Кнатъко В.М.* Управление свойствами горных пород в инженерной геологии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. – 96с.
3. *Котлов Ф.В.* Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М.: Недра, 1978. – 263 с.
4. Методические указания. Количественный учет влияния жизнедеятельности микроорганизмов на физико-механические свойства оглеенных пород. Л.: ЛГУ, 1988. - 30 с.
5. *Техническая мелиорация пород.* Под. Ред. С.Д. Воронкевича. М: Изд-во МГУ, 1981. - 342 с.

STUDY AND PREDICTION OF SOI; MASS TECNOGENI TRANSFORMATION

K.V. Pankratova, A.M. Larionova

National Mineral Resources University, 199106, St. Petersburg, Vasil'evsky island, 21 line, 2  
e-mail: pan-ksenia@yandex.ru

Abstract: The paper discusses the types of anthropogenic impacts on soil mass and as a result - the change in the composition, condition, physical, mechanical and water properties of rock, changing the acid-alkaline conditions, the activation of the microbial activity and the possibility of engineering-geological processes and phenomena. The necessity of predicting the time course of technological change, for the purpose of their further comparison with the operating life of structures, is examined.

Key terms: technogenetic transformation, stress, contaminants, hydrodynamic and hydrochemical conditions, long-term stability.

УДК 624.131

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ФОСФОГИПСОВ, КАК ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ**

А.В. Филатов, М.А. Ивочкина

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,  
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2

e-mail: [filatofanton@gmail.com](mailto:filatofanton@gmail.com), [lychevamarina@gmail.com](mailto:lychevamarina@gmail.com)

*Научный руководитель – д. т. н., профессор Ю.И. Кутенков*

Аннотация: Рассмотрены методические особенности инженерно-геологического изучения отвалов фосфогипсов в г. Воскресенск и Балаково. Отмечено, что фосфогипсы, характеризуются определенной спецификой, связанной с их химико-минералогическим составом, процессами химического, физического и физико-химического взаимодействия с водой. Приведена методика изучения данных техногенных пород, включающая комплексное использование полевых и лабораторных инженерно-геологических методов.

Ключевые слова: фосфогипс; дигидрат фосфогипса; полугидрат фосфогипса; отвалы; инженерно-геологические условия; физико-механические свойства.

В промышленности и энергетике Российской Федерации ежегодно образуются миллиарды кубометров промышленных отходов, для размещения которых требуются значительные площади ценных земельных угодий. Одним из таких отходов является фосфогипс – побочный продукт производства фосфорных удобрений. Известно, что при переработке каждой тонны исходного сырья его образуется до 1,6 тонны. Мировой годовой выход фосфогипса составляет более 150 млн. тонн, из них на долю России приходится около 14 млн. тонн. Несмотря на явную целесообразность использования данного вида отходов в народном хозяйстве, их переработке в РФ подвергаются только 10% от общего объема, а оставшаяся часть направляется для

хранения в отвалы - специально спроектированные объекты размещения [1].

Обычно предприятия по производству фосфорных удобрений расположены в пределах развитых густонаселенных промышленных регионов: Московская, Ленинградская, Саратовская, Вологодская области и т.д. Важной проблемой при этом является обеспечение устойчивости отвальных сооружений, сформированных при максимально возможных параметрах. Решение проблемы оптимизации параметров горнотехнических сооружений требует выполнения специальных инженерно-геологических исследований, учитывающих особенности их формирования в конкретных условиях.

Изучение отвалов фосфогипса производилось для предприятий ООО «БМУ» г. Балаково Саратовской области и ОАО «ВМУ» г. Воскресенск Московской области, где отвальные сооружения достигли высот соответственно 70 и 90 м. Здесь складировались в определенной последовательности два вида гипсовых отходов: дигидрат и полугидрат сульфата кальция, отличающиеся по химико-минералогическому составу и характеру его трансформации при изменении влажностного режима. Основания отвалов представлены глинистыми породами различной степени литификации: тугопластичными (ООО «БМУ») и твердыми глинами (ОАО «ВМУ»). Дальнейшее наращивание сооружений предопределило выполнение специальных инженерно-геологических исследований, включающих изучение техногенных и естественных пород, оценку и прогноз устойчивости откосов отвалов, организацию и выполнение мониторинга безопасности. [2, 3]

Фосфогипсы, как горные породы, характеризуются определенной спецификой, связанной с их химико-минералогическим составом, процессами химического, физического и физико-химического взаимодействия с водой. В зависимости от содержания влаги и бытовой нагрузки в местах залегания отвала они могут вести себя как сплошные, дискретные трещиноватые или сыпучие породы. Первоначально при отсыпке фосфогипсов виде дигидрата или полугидрата в отвальное сооружение происходит твердение материала за счет образования структурных связей, прочность которых для разных типов исходного материала разная и составляет для дигидратов 0,02 МПа, а полугидратов – до 0,05 МПа. В последующем по мере отсыпки новых отходов на ранее отсыпанный и затвердевший фосфогипсовый материал происходит увеличение бытовой нагрузки до значений, превышающих структурную прочность пород, что приводит



к их разрушению и образованию трещиноватых и даже сыпучих пород [2, 3].

Размещаемые в отвалы фосфогипсовые отходы содержат в себе определенное количество свободной воды. Часть ее при условии полугидратного складирования идет на химико-минералогическое преобразование полугидратов в дигидраты. Другая часть влаги вместе с инфильтрацией атмосферных осадков приводит к формированию в техногенных массивах водоносных горизонтов, режим которых в значительной степени определяет условия устойчивости откосов за счет гидростатических и гидродинамических сил. Кроме того, фосфогипсы при взаимодействии с водой изменяют свое состояние и свойства, что также влияет на устойчивость сооружений. В связи с этим дальнейшее деформационное поведение фосфогипсовых пород в отвале определяется бытовой нагрузкой в местах их залегания и процессами взаимодействия гипса с водой. В водонасыщенных массивах по мере возрастания уплотняющей нагрузки происходит уплотнение разрушенного материала и формирование новых структурных связей, при этом фосфогипсы характеризуются сильной сжимаемостью (коэффициент сжимаемости  $0,14 \text{ см}^2/\text{кг}$ ) и реологическим поведением (длительным процессом уплотнения). При определенных нагрузках (обычно на глубинах ниже 35-40 м) гипсовые породы приобретают псевдопластичность [2, 3].

Отмеченная специфика фосфогипсов предопределяет трудности при отборе образцов ненарушенного сложения с целью их испытаний в лаборатории. Поэтому методика изучения данных техногенных пород должна включать комплексное использование полевых и лабораторных инженерно-геологических методов. Использование полевых методов позволяет нам достоверно определить строение техногенного массива – границы расположения зон распространения монолитных, трещиноватых и пластифицированных пород, оценить параметры их механических свойств в ненарушенном состоянии, измерить составляющие напряженного состояния. Лабораторные методы должны быть ориентированы на установление закономерностей изменения свойств фосфогипсов в зависимости от различных факторов, определяющих их механические характеристики – химико-минералогического состава, напряженного состояния. Совместная обработка результатов полевых и лабораторных данных позволяет обосновать необходимые инженерно-геологические характеристики для расчетов устойчивости отвалов [2, 3].

При изучении отвалов фосфогипса на предприятиях ООО «БМУ» и ОАО «БМУ» инженерно-геологические исследования

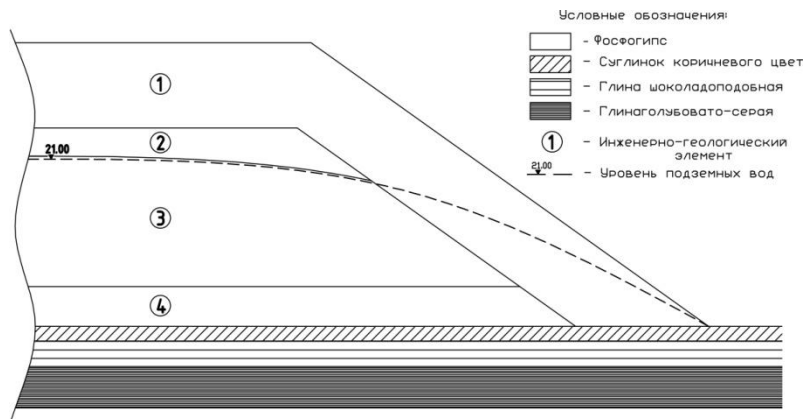
включали лабораторные и натурные методы определения состава, состояния и свойств техногенных и естественных пород. Лабораторные опыты включали одноплоскостные и трехосные сдвиговые испытания, компрессию, электронную микроскопию и стандартные методы определения физических свойств. Натурные испытания выполнялись с использованием прессиометрии, вращательного среза, наливов воды в скважины и наблюдений за поровым давлением в массиве отвала с помощью специальной аппаратуры – датчиков порового давления. Выполненные исследования позволили обосновать инженерно-геологические модели отвальных сооружений. В частности, на рисунке 1 приведена модель отвального массива ООО «БМУ», характеризующаяся наличием 4 инженерно-геологических элементов (ИГЭ): 1) ИГЭ 1 – верхнего («корки»), представленного слабопроницаемыми псевдосплошными фосфогипсами; 2) ИГЭ 2 – дезинтегрированными «сухими» фосфогипсами; 3) ИГЭ 3 – трещиноватыми водонасыщенными фосфогипсами; 4) ИГЭ 4 – псевдопластичными фосфогипсами. Массив характеризуется развитием техногенного водоносного горизонта, приуроченного к ИГЭ 3 и ИГЭ 4. Выделенные ИГЭ охарактеризованы физико-механическими свойствами (таблица 1).

Инженерно-геологические исследования послужили основой для выполнения расчетов устойчивости отвалов при их дальнейшем наращивании по высоте до 100 м (ООО «БМУ») и 120 м (ОАО «ВМУ») [2, 3].

*Таблица 1*

**Физико-механические свойства техногенных пород**

<i>ИГЭ</i>	<i>φ, град</i>	<i>C, МПа</i>	<i>Модуль деформации, МПа</i>	<i>Плотность, т/м<sup>3</sup></i>	<i>Влажность, %</i>
1	36	0,05	7,9	1,60	13,77
2	41	0,02	-	1,57	7,53
3	37	0,05	13,18	1,79	11,94
4	32	0,08	13,36	1,73	18,14



**Рис. 1. Модель отвального массива ООО «БМУ»**

### **Библиографический список**

1. *Лычко Ю.М.* Использование промышленных отходов для устройства оснований зданий и сооружений. Обзор. М., ВНИИИС, 1982.
2. Отчет о НИР «Проведение комплекса инженерно-геологических работ по обоснованию увеличения высоты отвала фосфогипса ООО «Балаковские минеральные удобрения» до 100 метров – г. Санкт-Петербург, 2012 г.
3. Отчет о НИР «Расчет устойчивости полигона складирования вторичных материалов промышленности ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» до 120 метров – г. Санкт-Петербург, 2012 г.

### **METHODICAL FEATURES OF GEOTECHNICAL STUDYING PHOSHOGYPSUM, AS TECHNOGENIC SOIL**

A. V. Filatov, M. A. Ivochkina

National mineral resources university,

199106, St. Petersburg, Vasil'evsky island, 21 line, 2

e-mail: filatofanton@gmail.com, lychevamarina@gmail.com

Supervisor advisor – professor *Yury Kutepov*

Abstract: Methodical features of geotechnical studying of phosphogypsum dumps' in town Voskresensk and Balakovo are considered. It is noted that phosphogypsum, are characterized by the certain specifics connected with their chemical and mineralogical structure, processes of chemical and physical interaction with water. The technique of studying of these technogenic rocks, including complex use of field and laboratory geotechnical methods is given.

Keywords: phosphogypsum; dihydrate phosphogypsum, hemihydrate phosphogypsum, geotechnical conditions, mechanical properties.

**АНТРОПОГЕННАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ СЕЗОННОЙ  
ИЗМЕНЧИВОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ НАТРИЯ В  
АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ  
НА СЕВЕРЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ**

Д.Н. Хайруллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

e-mail: Dinara-Hi@yandex.ru

*Научный руководитель – профессор, д.г.н. Н.П. Торсуев*

Аннотация: В статье излагаются вопросы методики удлинения временных рядов до максимально возможного периода (1958-2007 гг.) на 14 метеостанциях (МС) севера Русской равнины. Поступление в атмосферу ионов натрия зависит от близости расположения основных источников их поступления и имеет сезонные особенности. Выявлено, что в холодный период поступление анализируемых ионов в атмосферные осадки значительно выше, чем в теплый период.

Ключевые термины: ионы натрия; корреляционный анализ; регрессионный анализ; теплый период; холодный период.

Химический состав атмосферных осадков (ХСО) отличается, как известно, крайней изменчивостью во времени и пространстве. Ввиду подобного непостоянства атмосферные воды в данном аспекте наименее изучены.

В основу работы положена информация о ХСО за период с 1958 по 2007 гг. по 14 метеорологическим станциям (МС) севера Русской равнины. Но только 4 из них имеют максимально возможные здесь по продолжительности ряды наблюдений: Мудьюг (1958-2007 гг.), Усть-Вымь (1958-2007 гг.), Нарьян-Мар (1962-2007 гг.) и Сыктывкар (1971-2007 гг.). Период наблюдений на МС Белозерск, Брусовица, Онега, Сура и Троицко-Печорск – короче, т.е. с 1990 по 2007 гг., на МС, расположенных в гг. Архангельск, Вологда, Северодвинск, Череповец – с 1991 по 2007 гг., на МС Ухта – с 1992 по 2007 гг.

Целью настоящей работы является использование методики удлинения рядов наблюдений за ХСО и, как одно из следствий, - выявление закономерностей сезонной изменчивости концентрации натрия в атмосферных осадках в регионе севера Русской равнины. Для ее достижения решается ряд задач: приведение исходной выборки данных к нормальному распределению путем логарифмирования [2], восстановление единичных пропусков в рядах наблюдений за

концентрациями анализируемых ионов и удлинению коротких рядов наблюдений по информации других МС, анализ причинно-следственного механизма сезонной многолетней изменчивости рассматриваемых ионов.

Применяемая в данной работе методика удлинения рядов наблюдений за ХСО основывается, как известно, на корреляционном (с учетом того, что коэффициенты корреляции между временными рядами должны быть ниже -0,5 и выше 0,5, а уровень значимости (достоверности) выбранных значений – не более 0,05 [1, 3]) и регрессионном анализе, а также на проверке исходной информации на нормальное распределение [1]. Все расчеты осуществляются в пакете программ StatgraficsPlus 5.1, а также в ПП «MSExcel 2010».

Пример результатов корреляционного и регрессионного анализов исследуемых компонентов ХСО представлен в таблице 1.

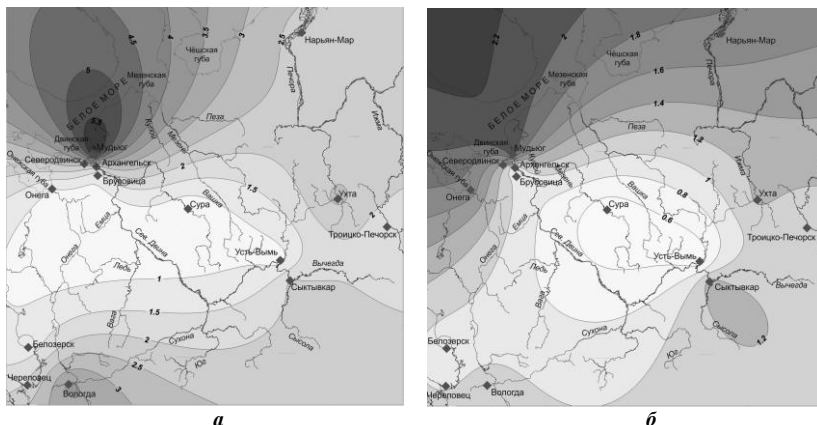
**Таблица 1**

**Результаты корреляционного и регрессионного анализов концентраций  $\text{Na}^+$  в атмосферных осадках по МС на севере Русской равнины (январь)**

<i>МС</i>	<i>Линейное уравнение регрессии</i>	<i>Коэффициент корреляции</i>
Усть-Вымь	$Y_{\text{Усть-Вымь}} = 0,649371 - 0,0402901 * X_{\text{Ухта}}$	-0,71
Ухта	$Y_{\text{Ухта}} = 6,64933 - 8,20936 * X_{\text{Усть-Вымь}}$	-0,71
Нарьян-Мар	$Y_{\text{Нарьян-Мар}} = 0,897616 + 0,257119 * X_{\text{Череповец}}$	0,54
Череповец	$Y_{\text{Череповец}} = 1,26519 + 0,0322659 * X_{\text{Мудьюг}}$	0,53
	$Y_{\text{Череповец}} = 0,241498 + 0,999751 * X_{\text{Нарьян-Мар}}$	0,54
Архангельск	$Y_{\text{Архангельск}} = 1,1888 + 0,51833 * X_{\text{Брусовица}}$	0,53
Брусовица	$Y_{\text{Брусовица}} = 0,0828313 + 0,199422 * X_{\text{Мудьюг}}$	0,78
Белозерск	$Y_{\text{Белозерск}} = 0,229316 + 1,3002 * X_{\text{Сура}}$	0,55
Сура	$Y_{\text{Сура}} = 0,382724 + 0,0271049 * X_{\text{Мудьюг}}$	0,79
	$Y_{\text{Сура}} = 0,4704 + 0,0895316 * X_{\text{Череповец}}$	0,56
Северодвинск	$Y_{\text{Северодвинск}} = 1,55223 + 0,0355286 * X_{\text{Мудьюг}}$	0,52

Рассмотрим среднегодовую изменчивость концентраций анализируемых ионов в атмосферных осадках, выпадающих на севере Русской равнины, плюс изменчивость концентраций в зависимости от сезона года. Так, отчетливо выделяется холодный период года, когда атмосферные осадки выпадают преимущественно в твердом виде (длительность сезона здесь составляет до полугода, с ноября по апрель) и теплый, с осадками, выпадающими в жидкой фазе (с мая по октябрь). На большинстве МС концентрация натрия в холодный период значительно превалирует над концентрациями теплого времени года (рис. 2).

Последнее, прежде всего, можно объяснить тем, что в отопительный сезон в воздух поступает большее количество ЗВ, что и определяет рост концентрации ионов в атмосферных осадках. Правда, исключение составляет МС Онега (рис. 2), что может быть связано с преобладающим влиянием ветров северных румбов в летний период, т.е. с морской акватории – одного из главных источников поступления ионов натрия [4].



**Рис. 2.** Среднегодовья (1958–2007 гг.) изменчивость концентрации ионов натрия в холодный (а) и теплый (б) периоды на МС севера Русской равнины (мг/л)

Из рис. 2 отчетливо видно, что в холодный период площади с повышенными значениями концентраций увеличиваются в северо-северо-западном направлении от МС Мудьюг, испытывая воздействие гг. Архангельск, Новодвинск и Северодвинск. МС Мудьюг фиксирует максимальное содержание ионов в атмосферных осадках, достигающее 5,5 мг/л. Более того, отмечается сгущение изолиний в районе северной агломерации, где идет резкое увеличение концентраций от МС Брусовица (1,5 мг/л) по направлению к северу.

Центральная часть Севера ЕТР, т.е. там, где располагаются фоновые МС Усть-Вымь и Сура, характеризуется низкими значениями концентраций (менее 1 мг/л). К югу и юго-западу содержание поллютантов в осадках увеличивается от 1 до 3,5 мг/л. На востоке Русской равнины концентрации колеблются около 2,0 – 2,5 мг/л.

Что касается теплого сезона, то наибольшие концентрации ионов наблюдаются на Кольском полуострове и достигают 2,2 мг/л, что обуславливается влиянием открытой морской поверхности

(рис. 2). Ход изолиний сгущается в районе Архангельско-Северодвинской городской агломерации. В центральной части северной покатости ЕТР содержание ионов составляет порядка 0,5 мг/л. Лишь в регионе гг. Вологда и Сыктывкар концентрации незначительно возрастают, достигая 1,2 мг/л (рис. 2). Таким образом, поступление в атмосферу ионов натрия связано как с близостью расположения их основных источников, так и с сезонными особенностями.

### ***Библиографический список***

1. *Лунева Е.В.* К методике удлинения рядов наблюдений за химическим составом атмосферных осадков / Е.В. Лунева [и др.] // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2007. № 2. С.35-38.
2. *Алексеев Г.А.* Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. - 274с.
3. *Брукс К., Карузерт Н.* Применение статистических методов в метеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1963. - 382с.
4. *Рихтер Г.Т., Чикишев А.Г.* Север Европейской части СССР. М.: Мысль, 1966. - 238с.

#### ANTHROPOGENIC CONDITIONALITY OF SEASONAL VARIABILITY OF THE CONTENT OF SODIUM IONS OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE NORTH OF THE RUSSIAN PLAIN

D.N. Khairtullina

Kazan Federal University, 420008, Kazan, street Kremlevskaya, 15,

e-mail: Dinara-Hi@yandex.ru

Abstract: The article deals with questions of procedure of elongation for supervision rows in order to create the greatest possible period (1958-2007) on 14 meteorological stations (MS) in the north of the Russian plain. The maintenance of sodium ions of atmospheric precipitation depends on affinity of locating of the contamination sources and has seasonal features. Actually, ion concentration much more in the cold season.

Keywords: sodium ions; correlation analysis; regression analysis; warm period; cold period.