

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
Иркутский научный центр

# **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ РОССИИ**

**Тезисы докладов  
Всероссийской научной конференции**

г. Иркутск – пос. Листвянка (оз. Байкал),  
25 июня – 01 июля 2017 г.

Иркутск  
Издательство Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН  
2017

УДК 577.4  
ББК Е081я431  
Ф94

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ РОССИИ / Тезисы докладов Всероссийской научной конференции, г. Иркутск – пос. Листвянка (оз. Байкал), 25 июня – 01 июля 2017 г. – Иркутск: Издательство Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2017. – 230 с.**

Сборник содержит тезисы докладов, представленных на Всероссийской научной конференции «Фундаментальные проблемы экологии России». Тематика конференции направлена на обсуждение наиболее актуальных экологических проблем для российских особо охраняемых природных территорий.

Для научных работников, аспирантов и студентов, занимающихся исследованиями в области экологии.



Конференция проводится при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-05-20229.

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

### ХЛОРОФИЛЛЫ СИМБИОТИЧЕСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ БАЙКАЛЬСКИХ ГУБОК

Т. Н. Авезова, О. Ю. Глызина, Г. А. Федорова, О. В. Медвежонкова, О. А. Тимошкин

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [fototanya@mail.ru](mailto:fototanya@mail.ru)

Известно, что до 90 % пищи губок приходится на органическое вещество, образуемое в результате фотосинтеза симбиотических водорослей. Одним из возможных путей диагностики состояния губки может служить изучение фотосинтезирующих пигментов симбиотических организмов, живущих в клетках губки (Baird, 2009). Хлорофилл *a* является количественным показателем стрессовой нагрузки, а соотношение между концентрацией хлорофиллов *a* и *b* указывает на физиологическое состояние водорослей-симбионтов губок.

При исследовании причин заболеваний ветвистых губок оз. Байкал было выполнено количественное определение хлорофиллов *a* и *b* в ацетоновых экстрактах губок. Определение концентрации хлорофиллов *a* и *b* проводили методом ВЭЖХ на хроматографе Милихром А-02 (ЗАО “ЭкоНова”, Россия) в следующих условиях: колонка 2×75 мм с Nucleosil 100-5 C18 (Германия); подвижные фазы: А – вода : метанол (5:95), Б – метанол, линейный градиент 25 мин от 0 до 100 % Б; скорость потока 100 мкл/мин; температура колонки 35 °С; длины волн УФ-детектора 330 и 360 нм. В работе использовали 10 образцов внешне здоровых, 19 образцов внешне больных и 2 образца внешне мертвых губок, отобранных с 5–8-метровой глубины в южной части оз. Байкал в 2015–2016 гг. (мыс Берёзовый, пос. Большие Коты). Все образцы сразу же после отбора были помещены в жидкий азот и хранились так до проведения анализа.

Ранее показано, что соотношения хлорофиллов *a* и *b* в губках изменялись от 2:1 до 3.4:1 в зависимости от освещенности и других факторов (Глызина, Барам, 2002). В данной работе выявлены соотношения от 3,5:1 (у внешне здоровых губок) до 14.7:1 (у внешне мертвых губок). Полученные данные свидетельствуют о глубоких физиологических нарушениях во всех исследованных образцах. Данные по соотношению хлорофиллов позволяют сделать вывод о нарушениях в процессах пигментообразования (т. е. в работе фотосинтетического аппарата).

Для анализа сезонных изменений пигментов внутриклеточных симбионтов губки, а также сопоставления данных между внешне здоровой и больной губками необходимы дополнительные исследования.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ И МОДЕЛЕЙ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

Д. К. Алексеев<sup>1</sup>, В. В. Дмитриев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

E-mail: [dkalexeev@gmail.com](mailto:dkalexeev@gmail.com)

Рассматриваются пространственно-однородные (точечные), резервуарные (боксовые, блочные), непрерывные модели водных экосистем [1]. На примере моделирования годового цикла функционирования водной экосистемы исследуется внутригодовая динамика компонентов модели. Раскрываются авторские подходы к моделированию скоростей обменных процессов и учету влияния факторов среды и биоты на удельные скорости массообмена между компонентами [2–4].

На первом этапе на основе аксиологического подхода формируются представления об оцениваемом свойстве. Это особенно важно для интегративных (эмерджентных) свойств, присущих системам в целом (устойчивость, благополучие, экологическая напряженность). Далее из состава компонентов и скоростей процессов массообмена, входящих в модель, выделяются репрезентативные критерии оценивания для каждого свойства, вводятся классы и уровни интегрального оценивания. Решается проблема выбора весов (приоритетов) оценивания внутри уровней и между ними. Выбирается синтезирующая функция для представления сводного показателя свойства.

По результатам моделирования и натуральных наблюдений рассчитываются сводные показатели для этих свойств, выполняется их сравнение. Этот этап дает возможность косвенной проверки адекватности моделей на основе оценки интегративных свойств системы в целом. Если по величинам сводных показателей, рассчитанных по результатам моделирования, исследователь попадает в тот же класс продуктивности (качества, устойчивости и др.), что и по результатам расчета сводных показателей по данным натуральных наблюдений, делается вывод об удовлетворительном качестве модели.

Далее переходят к экспериментам с моделью, нацеленным на выявление реакции системы в целом на планируемое внешнее воздействие. Здесь исследователь сравнивает результаты моделирования экосистемы до воздействия и после него. Если после оказанного на систему воздействия она сохранит тот же класс состояния (устойчивости, благополучия), что и до него, то оказанное воздействие признается допустимым, а система считается устойчивой к воздействию (изменению параметров естественного и антропогенного режимов).

*Исследования выполнялись при поддержке грантом РФФИ (16-05-00715-а).*

## **Литература.**

1. Алексеев Д. К., Гальцова В. В., Дмитриев В. В. Экологический мониторинг: современное состояние, подходы и методы. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2011. – 302 с.
2. Дмитриев В. В., Примаков Е. А., Скрыгина В. К. Интегральная оценка устойчивости и экологического благополучия геосистем // Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – № 5. – С. 137–138.
3. Гальцова В. В., Алексеев Д. К., Дмитриев В. В. Многокритериальная оценка экологического состояния шельфовой зоны арктических морей России // Географические и геоэкологические аспекты развития природы и общества: сб. статей. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 242–251.
4. Алексеев Д. К., Гальцова В. В., Куличенко А. Ю., Гречаник Т. В. Мониторинг экологического состояния водотоков и водоемов Санкт-Петербурга // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2008. – № S2-2 3 (23). – С. 452–453.

## КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПОСЕЛКА ЛИСТВЯНКА (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗ. БАЙКАЛ)

С. В. Алексеев, Л. П. Алексеева, П. А. Шолохов, А. И. Оргильянов, А. М. Кононов

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [salex@crust.irk.ru](mailto:salex@crust.irk.ru)

В последние годы пос. Листвянка стал самым посещаемым местом на оз. Байкал. Муниципальное образование имеет хорошо развитую инфраструктуру с большим количеством объектов массового туризма и отдыха. Развитие туристской сферы сопровождается масштабным строительством новых и эксплуатацией действующих гостиничных комплексов. При этом существенно изменяются естественные ландшафты, резко ухудшается состояние наземной и подземной гидросферы. В связи с этим оценка техногенного воздействия на экосистему оз. Байкал приобретает особую важность.

В 2016 г. в пос. Листвянка выполнено детальное гидрогеологическое опробование 106 водопунктов: общественные и частные колодцы (30), скважины (57), источники подземных вод (2), р. Крестовка и ручьи Сенной, Банный, Большая и Малая Черемшанка (17). Химический анализ проб показал, что подземные и поверхностные воды имеют гидрокарбонатный магниево-кальциевый (или кальциево-магниевый) состав. Минерализация вод составляет 71–514,5 мг/дм<sup>3</sup>, рН изменяется от 6 до 8, Eh – от –175 до +178 мВ (обстановка от восстановительной до окислительной), естественная температура воды низкая – 0,9–7,5 °С.

Для оценки качества природных вод были использованы ГОСТ 2874-82 (Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством), СанПиН 2.1.4.1074-01 (Санитарно-питьевые нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»).

Установлено, что в целом содержание нормируемых компонентов в подземных водах не превышает ПДК. Однако в 16 колодцах и 8 скважинах зафиксировано загрязнение. Главные загрязняющие компоненты – нитраты, аммоний и кремний, а их источниками являются бытовые стоки многочисленных гостиничных комплексов, расположенных в днищах долин и по бортам распадков. Предельно-допустимая концентрация нитратов в подземных водах превышена в 1,1–5,9 раз, аммония – в 6,3 раза. Концентрация кремния в речных и подземных водах практически одинакова и, несмотря на превышение допустимой нормы, может быть принята за природное фоновое значение. Вопрос о необходимости обескремнивания питьевой воды в процессе водоподготовки следует решать на основе социально-гигиенического мониторинга и эколого-эпидемиологических исследований.

Для целей мониторинга построены карты качественного состояния подземных и поверхностных вод пос. Листвянка, а также карта гидроизогипс подземных вод пади Крестовая, на которой отражено направление потока подземных вод от водораздельных областей в сторону р. Крестовки и оз. Байкал. Поток подземных вод формируется за счет двух составляющих – подземных вод кристаллических пород архея-протерозоя и четвертичных аллювиальных отложений. Зеркало подземных вод неоднородно, имеет явные понижения на 5–8 м от поверхности в восточной части речной долины и небольшие участки подъема уровня до 0,5–0,7 м в пределах выположенной пойменной поверхности. В заболоченной северо-восточной части долины р. Крестовки зеркало грунтовых вод поднимается до 0,5 м (от поверхности земли).

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ФЕНОЛОГИЯ ПРИЛЕТА ПТИЦ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БАЙКАЛА

А. А. Ананин

ФГБУ «Заповедное Подлеморье», пгт Усть-Баргузин, Республика Бурятия

E-mail: [a\\_ananin@mail.ru](mailto:a_ananin@mail.ru)

Изменения сроков фенологических явлений, в том числе дат весеннего прилета птиц в последние десятилетия регистрируются в различных регионах Северного полушария. Такие сдвиги обычно связывают с общим потеплением климата на планете в конце XX – начале XXI столетия, либо с чередованиями теплых и холодных периодов, в каждый из которых наблюдаются разнонаправленные изменения в сроках прилета в зависимости от динамики весенних температур.

За последние 60 лет в Северо-Восточном Прибайкалье произошло значительное по масштабам изменение климата, выразившееся в потеплении весенних и летних месяцев и, как следствие, в увеличении среднегодовой температуры воздуха, удлинении безморозного периода, более раннем освобождении ото льда заповедной части акватории оз. Байкал и изменении других параметров. Температурный режим зимних (за исключением февраля) и осенних (за исключением сентября) месяцев не претерпел существенных изменений [1, 2].

Изменение климатической ситуации повлекло за собой смещение в жизненных циклах некоторых видов растений и птиц, выразившееся в более ранних сроках начала вегетации (в удлинении сроков вегетации в целом) и в более раннем прилете с зимовок [1].

Межгодовые отклонения сроков весеннего прилета многих видов птиц достаточно тесно взаимосвязаны с весенними температурами, в первую очередь со среднемесячными температурами воздуха в марте, апреле и мае. Реакция птиц на климатические изменения в регионе, выражающаяся в форме долговременных сдвигов дат весеннего прилета, не имеет однозначного характера, отмечены как положительные, так и отрицательные тренды. Некоторые виды в периоды потепления начинают прилетать раньше, а у других видов сроки прилета не изменяются или даже перемещаются на более позднее время [3, 4].

Долговременные наблюдения за сроками весеннего прилета птиц в Северо-Восточном Прибайкалье выполнены на территории Баргузинского заповедника. Собраны сведения о датах первой весенней регистрации для 54 видов птиц за период с 1938 по 2016 гг. Используются долговременные собственные наблюдения автора, а также архивные материалы и сведения «Летописи природы» Баргузинского заповедника.

Результаты анализа долговременных трендов дат первых весенних регистраций птиц не выявили связи изменений сроков весеннего прилета с местами зимовок, протяженностью миграционного пути и сроками миграций.

## **Литература.**

1. Ананин А. А., Ананина Т. Л., Дарижапов Е. А., Пузаченко А. Ю., Фадеев А. С. Влияние изменения климата на биоту Баргузинского заповедника // Влияние изменения климата на экосистемы. – М., 2001. – С. II-1 – II-8.

2. Ананина Т. Л., Ананин А. А. Изменения климата северо-восточного побережья Байкала за период 1955–2011 гг. // Природные комплексы Северного Прибайкалья: Тр. Баргузинского гос. прир. биосфер. заповедника. – Вып. 10. – Улан-Удэ, 2013. – С. 177–184.

3. Ананин А. А. Птицы Баргузинского заповедника. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2006. – 276 с.

4. Ananin A. A., Sokolov L. V. Long-term arrival trends of 54 avian species to Barguzinsky Nature Reserve in the northeastern Baikal area // Avian. Ecol. Behav. – V. 15. – 2009. – P. 31–46.

## ЛЕТНЕЕ АТМОСФЕРНОЕ БЛОКИРОВАНИЕ В СИБИРИ И СВЯЗАННЫЕ С НИМ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПОГОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

О. Ю. Антохина<sup>1</sup>, П. Н. Антохин<sup>1</sup>, М. Ю. Аршинов<sup>1</sup>, Б. Д. Белан<sup>1</sup>, Д. К. Давыдов<sup>1</sup>,  
Е. В. Девятова<sup>2</sup>, Ю. В. Мартынова<sup>3,4</sup>, В. И. Мордвинов<sup>2</sup>, А. В. Фофонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН, г. Томск;

<sup>2</sup>Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск;

<sup>3</sup>Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт,  
г. Новосибирск;

<sup>4</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск  
E-mail: [Olgayumarchenko@gmail.com](mailto:Olgayumarchenko@gmail.com)

Атмосферное блокирование (блокинг) – это режим атмосферной циркуляции, при котором нарушается западный перенос и связанное с ним смещение с запада на восток погодных систем, циклонов и антициклонов. В зависимости от динамических процессов, связанных с вовлечением тропосферных ложбин, сопровождающих формирование баротропного антициклона, блокинг может иметь монополярную, дипольную или мультиполярную структуру. Характер аномалий в отдельных регионах, в свою очередь, будет зависеть от того, какая часть блокинга (антициклоническая или циклоническая) расположена непосредственно над ними. В Сибири в летний период происходит максимальная активизация процессов блокирования, так как считается, что территория разогретой Азии может поддерживать максимальное количество блокирований в этот период. Лето в Сибири характеризуется не только максимальным количеством, но и наиболее сложной структурой отдельных блокингов. Поэтому погодные проявления блокингов в этот период здесь отличаются большим многообразием. В представленной работе мы анализируем:

– влияние летних блокингов на температуру и осадки в Сибири (на основе данных реанализа за последние несколько десятков лет);

– воздействие отдельных блокингов на возникновение природных пожаров (на основе Global Fire Assimilation System [1]), формирование концентрации парниковых газов (на основе измерений JR-STATION [2]);

– особенности формирования аномально высоких атмосферных осадков и паводков вследствие блокирования (на основе данных стационарных измерений).

Данное исследование имеет большую значимость ввиду наблюдаемого изменения климата и увеличения повторяемости блокирования в отдельных регионах Северного полушария [3], в том числе над Азией [4]. Возможной причиной изменения характера атмосферного блокирования в умеренных широтах являются резкие изменения температуры в Арктике в последние 20 лет [5].

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00119, 17-05-00374, Комплексной программы фундаментальных научных исследований Сибирского отделения РАН № П.2П «Интеграция и развитие» на 2017 год, проекта IX.135-6 «Исследование изменений компонент воздуха Сибирского региона, определяющих динамику радиационно-значимых характеристик атмосферы».*

### **Литература.**

1. Kaiser, J. W., Heil, A., Andreae, M. O., Benedetti, A., Chubarova, N., Jones, L., Morcrette, J.-J., Razinger, M., Schultz, M. G., Suttie, M., and van der Werf, G. R.: Biomass burning emissions estimated with a global fire assimilation system based on observed fire radiative power // *Biogeosciences*. – 2012. – V. 9. – P. 527–554.

2. Sasakawa M., Shimoyama K., Machida T., Tsuda N., Suto H., Arshinov M., Davydov D., Fofonov A., Krasnov O., Saeki T., Koyama Y., Maksyutov S. Continuous measurements of methane from a tower network over Siberia // *Tellus (B)*. – 2010. – V. 62 (5). – P. 403–416.

3. Мохов И. И., Петухов В. К. Блокинги и тенденции их изменения // ДАН. – 1997. – Т.337, №.5. – С. 687–689.
4. Masato G., Woollings T., Hoskins B. Winter and Summer Northern Hemisphere Blocking in CMIP5 Models // J. Geoph. Res. – 2013. – V. 118, No.3. – P. 1179–1188.
5. Francis J. A., Vavrus S. J. Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in midlatitudes // Geophys. Res. Lett. – 2012. – V. 39. – L06801.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИРКУТНОГО СТОКА ИЗ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ТУНКИНСКИХ ВПАДИН

С. Г. Аржанников, А. В. Аржанникова, А. В. Иванов, Е. И. Демонтерова

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [sarzhan@crust.irk.ru](mailto:sarzhan@crust.irk.ru)

На основе анализа опубликованных данных [1–5] и геодинамических реконструкций тектонических движений по Главному Саянскому разлому предложена модель формирования песчаных массивов в системе Тункинских впадин. Определена вертикальная скорость движений по Главному Саянскому разлому за голоцен (0,7–0,8 мм/г). Исходя из полученной средней скорости (0,7–0,8 мм/г) и амплитуды вреза в рыхлые отложения Быстринской впадины (100–110 м) опускание сменилось на поднятие около 125–140 т. л. н. Седиментация песчаной фракции в системе Тункинских впадин происходила в условиях высокого уровня воды в оз. Байкал (на 200 м выше, чем современный) в период стока через р. Иркут на границе MIS 6 и MIS 5. Формирование Ангарского стока в MIS 5 привело к понижению уровня воды в озере и исчезновению Тункинского залива.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-05-00183, проект р\_сибирь\_a 14-45-04060) и Правительства Иркутской области.*

### **Литература.**

1. Кононов Е. Е., Мац В. Д. История формирования стока вод Байкала // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 1986. – № 6. – С. 91–98.
2. Выркин В. Б., Кононов Е. Е., Опекунова М. Ю. Рельеф и четвертичные отложения Быстринской котловины (Юго-Западное Прибайкалье) // География и природ. ресурсы. – 2002. – № 4. – С. 46–52.
3. Чипизубов А. В., Смекалин О. П. Палеосейсмодислокации и связанные с ними палеоземлетрясения по зоне Главного Саянского разлома // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40, № 6. – С. 936–947.
4. Ritz J-F, Larroque C., Vassallo R., Arzhannikova A., Arzhannikov S., Jolivet M. Holocene kinematics and slip rate of the Sayan fault (Southern Siberia, Russia) // EGU. – 2012. – P. 11075.
5. Мац В. Д., Фуджии Ш., Машико К., Гранина Л. З., Осипов Э. Ю., Ефимова И. М., Климанский А. В. К палеогидрологии Байкала в связи с неотектоникой // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43. – № 2. – С. 142–154.

# ОПОЛЗНИ И ОБВАЛЫ КАК ПРИЧИНА КРУПНЫХ ГИДРОСФЕРНЫХ КАТАСТРОФ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

С. Г. Аржанников, А. В. Аржанникова, А. В. Иванов, Е. И. Демонтерова

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [sarzhan@crust.irk.ru](mailto:sarzhan@crust.irk.ru)

Современная статистика природных и техногенных катастроф свидетельствует о неразрывной связи и взаимодействии многих геологических процессов, развивающихся во время прорывного потока. Одним из триггеров, запускающих процесс прорывного потока, может быть сильное землетрясение. Так, Аляскинское землетрясение наглядно продемонстрировало развитие событий, связанных с обрушением в акваторию залива Литуйя ледово-каменной массы, и последующего возникновения волны высотой 524 м [1]. Не менее ошеломляющее воздействие оказала на очевидцев трагедия в Италии в местечке Вайонт, где в акваторию искусственного водохранилища сошел оползень объемом 250–300 млн м<sup>3</sup>. Возникшая волна высотой 235 м [2] преодолела плотину и разрушила г. Лонгарон. При этом погибло около 3000 человек. Таким образом, крупные природные и искусственные водоемы, расположенные в высокосейсмичных областях или в районах с неблагоприятной инженерно-геологической обстановкой, могут выступать очагами возникновения катастрофических сбросов воды, способных перемещаться на огромные расстояния с большой скоростью и высоким разрушительным потенциалом. Одним из таких объектов в Восточной Сибири является оз. Байкал, имеющее протяженную береговую линию 2100 км и перепад высот в береговых уступах 1500–2000 м. Разломы, контролирующие формирование байкальских впадин, могут генерировать землетрясения с  $M = 8$ .

Сегодня известно, что крупнейшими в Восточной Сибири были прорывные потоки, связанные с обрушением в акваторию оз. Байкал грандиозных Голоуспенского (300 км<sup>3</sup>) и Лиственичного (30 км<sup>3</sup>) оползней [3, 4]. Эродирующая и транспортирующая роль данных потоков очень велика, в связи с чем за короткий временной отрезок сформировались специфические формы рельефа, расположенные на территории в десятки тыс. квадратных километров. Новый материал о катастрофических сбросах воды по долинам рек Голоуспенско-Манзурской магистрали и Ангары показывает новые типы опасностей для оз. Байкал и прилегающих территорий в виде прорывных потоков и мегацунами.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-05-00183, проект р\_сибирь\_а 14-45-04060) и Правительства Иркутской области.*

## **Литература.**

1. Fritz H. M., Mohammed F., and Yoo, J., 2009, Lituya Bay landslide impact generated mega-tsunami 50th anniversary: Pure and Applied Geophysics, 166, 153–175.
2. Panizzo, A., De Girolamo, P., Di Risio, M., Maistri, A., and Petaccia, A., 2005, Great landslide events in Italian artificial reservoirs: Natural Hazards and Earth System Sciences, 5, 733–740.
3. Ivanov A.V., Demonterova E.I., Reznitskii L.Z., Barash I.G., Arzhannikov S.G., Arzhannikova A.V., Hung C.-H., Chung S.-L., Iizuka Y. Catastrophic outburst and tsunami flooding of Lake Baikal: U-Pb detrital zircon provenance study of the Paleo-Manzurka megaflood sediments // International Geology Review, 2016, VOL. 58, N. 14, 1818-1830.
4. Аржанников С.Г., Аржанникова А.В., Иванов А.В., Демонтерова Е.И., Янсен Д., Прессер Ф., Маргольд М.К вопросу о формировании ангарского стока и катастрофического сброса воды из оз. Байкал // Материалы IX Всерос. совещания по изучению четвертичного периода (г. Иркутск, 15-20 сентября 2015 г.). – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2015. – С. 27–29.

# ВЗАИМОСВЯЗЬ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ ГОРНЫХ ДОЛИН ТУНКИНСКИХ ГОЛЬЦОВ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ И ТЕКТОНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ РЕКИ КЫНГАРГИ

А. В. Аржанникова, С. Г. Аржанников

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [arzhan@crust.irk.ru](mailto:arzhan@crust.irk.ru)

Долина р. Кынгарги – ключевой объект для изучения изменения ландшафтов горных долин в зависимости от климатических и тектонических факторов, поскольку она имеет хорошо сохранившуюся лестницу террас и пересекается Аршанской сейсмодислокацией, сформированной при подвижках по Тункинскому разлому в районе выхода долины из хр. Тункинские Гольцы в Тункинскую впадину. Долина имеет V-образную форму, не выработанную ледниковой деятельностью. Следы оледенений сохранились только в верховьях р. Кынгарги в виде ледниковых цирков и остатков морен. Профиль долины осложнен сейсмогравитационными структурами – мощным обвалом и двумя блоковыми оползнями, перекрывшими долину на протяжении примерно 2 км. В настоящее время река прорезала обвал, лежащий выше по долине, и врезается в скальные оползни, образуя серию водопадов.

Крупные сейсмические события позднеплейстоцен-голоценового времени, регулярно происходящие по данному сегменту Тункинского разлома [1–3], спровоцировали не только сход обвала и блоковых оползней, изменивших ландшафт долины, но и явились триггером формирования новой лестницы террас, инициируя врез р. Кынгарги в собственный конус выноса. Детальное изучение лестницы террас с датированием ключевых из них методом *in situ*  $^{10}\text{Be}$  [4] позволило установить, что их возраст не выходит за рамки MIS2 и что не все террасы начали обособляться за счет климатического фактора, как предполагалось ранее. Проведенный анализ данных о времени проявления сейсмических событий и о климатических изменениях за позднеплейстоцен-голоценовый период позволил оценить влияние тектонического и климатического факторов на формирование каждой из сохранившихся террас [4]. Таким образом, изучение долины р. Кынгарги свидетельствует о том, что в позднеплейстоцен-голоценовой динамике ландшафтов горных долин Тункинских Гольцов наряду с климатическими изменениями значительную роль играет тектонический фактор, связанный с подвижками по Тункинскому разлому.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 17-55-150002 НЦНИ, р\_сибирь\_a 14-45-04060) и Правительства Иркутской области.*

## **Литература.**

1. McCalpin J. P., Khromovskikh V. S. Holocene paleoseismicity of the Tunka fault, Baikal rift, Russia // *Tectonics*. – 1995. – Vol. 14, Iss. 3. – P. 594–605.
2. Чипизубов А. В., Смекалин О. П., Семенов Р. М. Палеосейсмодислокации и связанные с ними палеоземлетрясения в зоне Тункинского разлома // *Геология и геофизика*. – 2003. – Т. 44, № 6. – С. 587–602.
3. Smekalin O. P., Shchetnikov A. A., White D. Arshan palaeoseismic feature of the Tunka fault (Baikal rift zone, Russia) // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2013. – Vol. 62. – Special Issue SI. – P. 317–328. – doi:10.1016/j.jseaes.2012.10.011
4. Arzhannikova A., Arzhannikov S., Braucher R., Jolivet M., ASTER Team Morphotectonic analysis and  $^{10}\text{Be}$  dating of the Kyngarga River terraces (southwestern flank of the Baikal rift system, South Siberia) // *Geomorphology*, in press.

# ХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ И ВЕЩЕСТВА ПОТОКОВ ПРИРОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – МНОГОРЕЗЕРВУАРНАЯ СИСТЕМА

О. Ю. Астраханцева

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [astra@igc.irk.ru](mailto:astra@igc.irk.ru)

Предложен комплексный междисциплинарный системный подход к исследованию однородности и целостности химического взаимодействия компонентов вещества вод оз. Байкал ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Al, Si,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{O}_2$ , As, B, Cr, Cu, Cd, Hg, Pb, Sr, Zn, Co, U, V, Br, Rb, Mo,  $\text{C}_{\text{орг}}$ ,  $\text{N}_{\text{орг}}$ ,  $\text{P}_{\text{орг}}$ ,  $\text{S}_{\text{орг}}$ ,  $\text{CO}_2$ , Ti) и таковых же компонентов вещества потоков природной составляющей окружающей среды (реки, взвесь рек, дождь и снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару). Установлено:

1. Вещество вод оз. Байкал многорезервуарно по его физико-химическому состоянию и состоит из пяти резервуаров (Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного), неравновесных друг с другом, но равновесных с веществом окружающей среды, т. е. является находящейся в постоянстве своего состояния (стационарной) мегасистемой. Разновеликость гравитационного взаимодействия вещества вод оз. Байкал и вещества Земли по акватории озера выступает фактором, определяющим структуру физико-химического состояния вещества вод озера как многорезервуарную.

2. В масштабе исторического времени химическое взаимодействие вещества вод оз. Байкал с веществом потоков окружающей среды – природная стационарная мегасистема пространственно локализованных геохимических состояний вещества озера, открытых по отношению к веществу потоков окружающей среды.

3. Химическое взаимодействие вещества вод оз. Байкал и вещества потоков окружающей среды иерархично и структура обмена упорядочена именно таким образом: поведение вещества вод озера при обмене веществом и энергией с веществом потоков окружающей среды индивидуализировано в веществе пяти резервуаров озера. Химические балансы вещества резервуаров озера позволили установить организованность – свойство вещества оз. Байкал, заключающееся в наличии структуры (вещества пяти резервуаров озера с индивидуальными физико-химическими характеристиками и состоянием геохимической среды), и свойство веществ систем–резервуаров, заключающееся в наличии индивидуального функционирования (индивидуального поведения). Вещество мегасистемы “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды” иерархично – вещество каждого резервуара может рассматриваться как система, обладающая целостностью в отношении своих функций и определяемая в своих границах по физико-химическим параметрам.

4. Установленные функции систем “вещество резервуаров оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды”: комплексобразование, миграция, избирательный транзит и избирательная утилизация или включение в биогеохимические круговороты компонентов, поступивших в резервуары озера из внешней среды с веществом потоков. Внешняя функциональная иерархия вещества вод резервуаров оз. Байкал проявляется в организации движения (миграции) компонентов и проценте их аккумуляции в донных отложениях резервуаров.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИЕРАРХИИ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ С ВЕЩЕСТВОМ ПОТОКОВ ПРИРОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

О. Ю. Астраханцева

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [astra@igc.irk.ru](mailto:astra@igc.irk.ru)

Химическое взаимодействие компонентов вещества вод оз. Байкал ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Al, Si,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{O}_2$ , As, В, Cr, Cu, Cd, Hg, Pb, Sr, Zn, Co, U, V, Br, Rb, Mo,  $\text{C}_{\text{орг}}$ ,  $\text{N}_{\text{орг}}$ ,  $\text{P}_{\text{орг}}$ ,  $\text{S}_{\text{орг}}$ ,  $\text{CO}_2$ , Ti) с таковыми же компонентами вещества потоков природной составляющей окружающей среды (реки, взвесь рек, дождь и снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару) существует и развивается не произвольным способом, а подчиняется определенным законам природы – наблюдаемым устойчивостям некоторого образца, и закон является только описанием этой устойчивости. Необходимо понимание порядка в организации взаимодействия вещества вод оз. Байкал и вещества потоков природной составляющей окружающей среды, обуславливающего особенности движения вещества в этой системе. Цель нашего исследования – исследовать внешнюю (функциональную) и внутреннюю (структурную) иерархии вещества вод оз. Байкал при химическом взаимодействии компонентов вещества вод оз. Байкал и таковых же компонентов вещества потоков природной составляющей окружающей среды. Для достижения цели решены задачи:

1. В акватории вод оз. Байкал выделены зоны естественных физико-химических равновесий – пространственно локализованные зоны (резервуары) со стабильными физико-химическими параметрами (находящимися в равновесии с таковыми же параметрами окружающей среды) в масштабе исторического времени.

2. Рассчитаны среднесуточные содержания компонентов:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Al, Si,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{O}_2$ , As, В, Cr, Cu, Cd, Hg, Pb, Sr, Zn, Co, U, V, Br, Rb, Mo,  $\text{C}_{\text{орг}}$ ,  $\text{N}_{\text{орг}}$ ,  $\text{P}_{\text{орг}}$ ,  $\text{S}_{\text{орг}}$ ,  $\text{CO}_2$ , Ti в мг/л, % в водах, донных отложениях резервуаров оз. Байкал и химических потоках природной составляющей окружающей среды, впадающих в Южный, Селенгинский, Средний, Ушканьеостровский, Северный резервуары озера и вытекающих из них (реки, взвесь рек, дождь и снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и Ангару).

3. Определены морфометрические характеристики и водные балансы Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров оз. Байкал и потоков, впадающих в резервуары и вытекающих из них.

4. Рассчитаны химические балансы всех резервуаров и потоков мегасистемы “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков природной составляющей окружающей среды”; установлены пути миграции и места аккумуляции компонентов, поступающих в озеро с внешней и внутренней нагрузками.

5. В выделенных зонах через внутренние физико-химические параметры рассчитаны формы нахождения компонентов и характер геохимической среды (pH, Eh, минерализация).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЮЖНОМ, СЕЛЕНГИНСКОМ, СРЕДНЕМ, УШКАНЬЕОСТРОВСКОМ, СЕВЕРНОМ РЕЗЕРВУАРАХ ОЗ. БАЙКАЛ

О. Ю. Астраханцева<sup>1</sup>, О. Ю. Палкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск

<sup>2</sup>Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск

E-mail: [astra@igc.irk.ru](mailto:astra@igc.irk.ru)

Усиление техногенного пресса на оз. Байкал обуславливает необходимость установления особенностей миграции химических компонентов и органического вещества ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Al, Si,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{O}_2$ , As, В, Сг, Cu, Cd, Hg, Pb, Sr, Zn, Co, U, V, Br, Rb, Mo,  $\text{C}_{\text{орг}}$ ,  $\text{N}_{\text{орг}}$ ,  $\text{P}_{\text{орг}}$ ,  $\text{S}_{\text{орг}}$ ,  $\text{CO}_2$ , Ti) в Южном, Селенгинском, Среднем, Ушканьеостровском, Северном резервуарах оз. Байкал при их поступлении с веществом потоков природной составляющей окружающей среды (реки, взвесь рек, дождь и снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару). Эти знания необходимы также для решения конкретных инженерных и экологических задач, например, прогноза миграции загрязняющих компонентов в водах оз. Байкал.

Использованы структурно-функциональный метод и метод балансовых расчетов. Расчет химических балансов вещества в резервуарах оз. Байкал [1–5] позволил установить повторяемые из года в год устойчивые закономерности: источники поступления макро-, микро-, биогенных элементов и органического вещества, пути и скорость миграции компонентов в резервуаре и места их аккумуляции позволили выяснить, одинаковы ли химические взаимодействия вещества резервуаров с веществом потоков природной составляющей окружающей среды или индивидуальны для каждого резервуара [1–9]. Установлены особенности миграции химических компонентов и органического вещества в резервуарах оз. Байкал при их поступлении в резервуары с веществом потоков природной составляющей окружающей среды. Определено, для каких компонентов резервуары проточны, а для каких являются биогеохимическими барьерами. Найден круг компонентов, участвующих в биогеохимическом круговороте (циклическое комплексообразование) для каждого резервуара оз. Байкал. Установлена геохимическая устойчивость экосистем каждого резервуара при попадании химических элементов и органического вещества в оз. Байкал с техногенным стоком.

## Литература.

1. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Южного резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 8 (55). – С. 16–28.
2. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Селенгинского резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 1 (60). – С. 20–32.
3. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Среднего резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2012а. – № 3 (62). С. 28–42.
4. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Ушканьеостровского резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2012б. – № 5 (64). – С. 36–50.
5. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Северного резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2013. – № 3 (74). – С. 35–47.
6. Астраханцева О. Ю., Тимофеева С. С., Глазунов О. М. Основные источники прихода компонентов в химических балансах резервуаров оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2009. – № 3 (39). – С. 6–16.

7. Астраханцева О. Ю., Тимофеева С. С., Глазунов О. М. Пункты расхода компонентов в химических балансах резервуаров оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2009. – № 4 (40). – С. 6–13.

8. Астраханцева О. Ю., Белозерцева И. А., Палкин О. Ю. Вертикальные потоки вещества в донные отложения и из донных отложений в резервуарах оз. Байкал // Вода: химия и экология. – 2016. – № 5. – С. 3–13.

9. Астраханцева О. Ю., Белозерцева И. А., Палкин О. Ю. Исследование путей миграции и мест аккумуляции химических элементов и органического вещества в резервуарах оз. Байкал // Вода: химия и экология. – 2016. – № 10. – С. 3–15.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АККУМУЛЯЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕЗЕРВУАРОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

О. Ю. Астраханцева<sup>1</sup>, О. Ю. Палкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск

E-mail: [astra@jgc.irk.ru](mailto:astra@jgc.irk.ru)

Исследование особенностей аккумуляции химических элементов и органического вещества в донных отложениях резервуаров оз. Байкал крайне важно как для геологических целей, так и для понимания степени геохимической устойчивости вещества резервуаров озера к воздействию техногенной составляющей окружающей среды.

Цель данной работы – исследование особенностей осадконакопления в резервуарах оз. Байкал.

С потоком в донные отложения в виде взвеси поступают только активные элементы – элементы-комплексообразователи, а их набор в каждом резервуаре примерно одинаков [1–7], поэтому химический состав донных отложений резервуаров озера близок. Качественные характеристики осадконакопления в резервуарах близки, различием же является скорость осадконакопления – высокая по сравнению с другими резервуарами в Селенгинском резервуаре и низкая в остальных резервуарах.

Сравнение процентного содержания макро-, микро-, биогенных элементов и органического вещества в донных отложениях по резервуарам показало, что донные отложения во всех резервуарах на три четвертых состоят из биогенных элементов, а точнее из кремния и железа. Катионы основных компонентов, поступившие с потоком в донные отложения резервуаров, составляют значительный процент. Доля микроэлементов в общем содержании компонентов больше, чем основных компонентов, при этом основное их количество составляет алюминий. Органических веществ в донных отложениях резервуаров мало, и основное их количество составляет  $C_{орг}$  [8].

Сравнение химических составов донных отложений и седиментационных потоков (потоков в донные отложения) в резервуарах показало, что они близки: более чем на 70 % состоят из биогенных элементов, микроэлементов и органического вещества.

Следовательно, химический состав донных отложений резервуаров обусловлен избирательной утилизацией вещества в донные осадки оз. Байкал: с внутриводоемными потоками в донные отложения поступают элементы-комплексообразователи: биогенные элементы,  $P_{орг}$ , часть остального органического вещества, часть основных компонентов – катионов и группа микроэлементов. Установлено [1–7], что во всех резервуарах оз. Байкал, кроме Селенгинского, процент утилизации (захоронения) поступающего вещества очень низок вследствие того, что вещество, поступившее с потоком в донные

отложения, за отсутствием малой части возвращается с потоком из донных отложений. В четырех резервуарах озера утилизация вещества ничтожна (около 10 %), при этом существуют мощные биогеохимические круговороты компонентов. В Селенгинском резервуаре захоранивается 85 % вещества, поступившего с потоком в донные отложения.

#### **Литература.**

1. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Южного резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 8 (55). – С. 16–28.
2. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Селенгинского резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 1 (60). – С. 20–32.
3. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Среднего резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2012а. – № 3 (62). С. 28–42.
4. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Ушканьеостровского резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2012b. – № 5 (64). – С. 36–50.
5. Астраханцева О. Ю., Чудненко К. В., Глазунов О. М. Химический баланс Северного резервуара оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2013. – № 3 (74). – С. 35–47.
6. Астраханцева О. Ю., Филиппова Л. А. Исследование вклада потоков (из донных отложений и в донные отложения) в химические балансы Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского и Северного резервуаров оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2014. – №10 (93). – С. 68–79.
7. Астраханцева О. Ю., Белозерцева И. А., Палкин О. Ю. Вертикальные потоки вещества в донные отложения и из донных отложений в резервуарах оз. Байкал // Вода: химия и экология. – 2016. – № 5. – С. 3–13.
8. Астраханцева О. Ю. Среднемноголетние содержания компонентов в донных отложениях Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров оз. Байкал // Вестник ИрГТУ. – 2014. – № 9 (92). – С. 53–63.

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО,  
СЕЛЕНГИНСКОГО, СРЕДНЕГО, УШКАНЬЕОСТРОВСКОГО, СЕВЕРНОГО  
РЕЗЕРВУАРОВ ОЗ. БАЙКАЛ К ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ**

О. Ю. Астраханцева<sup>1</sup>, О. Ю. Палкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск

E-mail: [astra@igc.irk.ru](mailto:astra@igc.irk.ru)

Установлена геохимическая устойчивость экосистем каждого резервуара при падании химических элементов и органического вещества в оз. Байкал с техногенным стоком (табл.).

**Классы экологической опасности компонентов и прогноз их поведения  
в резервуарах в случае воздействия антропогенной нагрузки на оз. Байкал**

| Компоненты                    | Резервуары |              |         |                   |          |
|-------------------------------|------------|--------------|---------|-------------------|----------|
|                               | Южный      | Селенгинский | Средний | Ушканьеостровский | Северный |
| K <sup>+</sup>                | У Д III    | У ВД II      | У ВД II | У ВД II           | С ВД I   |
| Na <sup>+</sup>               | У Д III    | У Д III      | У ВД II | У ВД II           | У ВД II  |
| Ca <sup>2+</sup>              | Л IV       | Л IV         | У Д III | Л IV              | У ВД II  |
| Mg <sup>2+</sup>              | У ВД II    | У Д III      | У ВД II | У ВД II           | У ВД II  |
| Al                            | С ВД I     | С Д III      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| Si                            | С ВД I     | С Д III      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| Mn <sup>2+</sup>              | С В I      | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| Fe <sub>общ</sub>             | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Л IV       | Л IV         | Л IV    | Л IV              | Л IV     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Л IV       | Л IV         | Л IV    | Л IV              | Л IV     |
| Cl <sup>-</sup>               | Л IV       | Л IV         | Л IV    | Л IV              | Л IV     |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | С ВД I     | У Д III      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| As                            | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| B                             | Л IV       | Л IV         | У ВД II | Л IV              | У В II   |
| Cr                            | С ВД I     | С Д III      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| Cu                            | С ВД I     | Л IV         | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| Cd                            | У ВД II    | У ВД II      | С ВД I  | У ВД II           | С ВД I   |
| Hg                            | Л IV       | Л IV         | Л IV    | Л IV              | Л IV     |
| Pb                            | С ВД I     | У Д III      | У В II  | С ВД I            | С ВД I   |
| Sr                            | Л IV       | Л IV         | Л IV    | Л IV              | Л IV     |
| Zn                            | У ВД II    | Л IV         | Л IV    | У ВД II           | С ВД I   |
| Co                            | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| U                             | У ВД II    | У ВД II      | С ВД I  | У ВД II           | С ВД I   |
| V                             | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| Br                            | У ВД II    | У Д III      | У ВД II | У ВД II           | С ВД I   |
| Rb                            | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| Mo                            | Л IV       | У ВД II      | У Д III | У ВД II           | У ВД II  |
| C <sub>орг</sub>              | У Д III    | У Д III      | У ВД II | У Д III           | У ВД II  |
| N <sub>орг</sub>              | У ВД II    | У Д III      | У ВД II | У ВД II           | У ВД II  |
| P <sub>орг</sub>              | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |
| S <sub>орг</sub>              | У Д III    | У Д III      | У ВД II | У Д III           | У ВД II  |
| Ti                            | С ВД I     | У ВД II      | С ВД I  | С ВД I            | С ВД I   |

*Примечание.* С – слабоподвижные, накапливаются; У – умеренно подвижные, частично выносятся, частично накапливаются; Л – легкоподвижные, выносятся; В – накапливаются в водах; Д – накапливаются в донных отложениях; ВД – накапливаются в донных отложениях и водах. I, II, III, IV – классы экологической опасности.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕЩЕСТВА  
ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ И ВЕЩЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – НОВОЕ  
НАПРАВЛЕНИЕ В ИЗУЧЕНИИ ОЗЕРА БАЙКАЛ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ  
ЭТОГО УНИКАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ОБЪЕКТА

О. Ю. Астраханцева<sup>1</sup>, О. Ю. Палкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск

E-mail: [astra@igc.irk.ru](mailto:astra@igc.irk.ru)

Озеро Байкал – самый древний, глубокий и крупный пресноводный водоем Земли, в качестве источника воды для будущего человечества, в том числе проживающего на территории России, имеющий громадный мировой потенциал. Необходимо сохранять оз. Байкал в близком к природному состоянию. Отсутствие изученности механизмов взаимодействия Байкала и природной составляющей окружающей среды, роли ее геохимических потоков в формировании химического состава вод озера не позволяет решать конкретные инженерные и экологические задачи, например, осуществлять прогноз миграции загрязняющих компонентов в водах оз. Байкал. Необходимо изучение природных путей миграции, концентрации и рассеяния макро-, микро-, биогенных элементов и органического вещества, поступающих в резервуары озера с потоками химических компонентов и органического вещества окружающей среды. Исследование аккумуляции химических компонентов в донных отложениях оз. Байкал крайне важно для геологических целей.

Воды оз. Байкал – биокосное вещество, жидкий минерал H<sub>2</sub>O с растворенными и взвешенными компонентами – химическими элементами и органическим веществом (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al, Si, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sub>общ</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, H<sup>+</sup>, O<sub>2</sub>, As, B, Cr, Cu, Cd, Hg, Pb, Sr, Zn, Co, U, V, Br, Rb, Mo, C<sub>орг</sub>, N<sub>орг</sub>, P<sub>орг</sub>, S<sub>орг</sub>, CO<sub>2</sub>, Ti). Химическое взаимодействие компонентов вещества вод озера с таковыми же компонентами вещества потоков природной составляющей окружающей среды (реки, взвесь рек, дождь и снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в р. Ангару) существует и развивается не произвольным способом, а подчиняется определенным законам природы – наблюдаемым устойчивостям некоторого образца, и закон является только описанием этой устойчивости. Необходимо понимание порядка в организации взаимодействия вещества вод оз. Байкал и вещества потоков природной составляющей окружающей среды, обуславливающего особенности движения вещества в этой системе.

Вопрос осмысления сценария отношений в системе *вещество вод оз. Байкал – вещество окружающей среды* – ключевой в выяснении структурной и организационной сущности этой системы.

Нами использован системный подход к исследованию физико-химических параметров и характера состояния геохимической среды вещества вод оз. Байкал, озеро рассматривается как макроскопический объект, часть закрытой макросистемы *вещество вод оз. Байкал – вещество окружающей среды*, к которой применимы законы классической термодинамики; использованы принципы локального равновесия, транзитивности, термического равновесия; применен метод многорезервуарности (рациональное выделение систем с различными физико-химическими свойствами). Разработан метод выделения из сложного эволюционирующего и иерархического природного объекта – оз. Байкал – локализованных зон, равновесных по физико-химическим параметрам с таковыми же параметрами вещества окружающей среды. Используются статистические методы. Разработана методика расчета химического состава независимых компонентов

для физико-химических моделей *вещество вод резервуара оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды*. Используются структурно-функциональный метод, метод балансовых расчетов и метод компьютерного моделирования равновесных (максимально вероятных) составов вещества вод оз. Байкал.

Результаты исследования способствуют выявлению фундаментальных закономерностей движения вещества химических потоков природной составляющей окружающей среды при попадании в вещество вод оз. Байкал. Использование структурной и балансовой моделей *вещество вод оз. Байкал – вещество потоков природной составляющей окружающей среды* позволяет создать на основе любого программного комплекса (в т. ч. и “Селектора”) компьютерные имитационные модели, описывающие систему в развитии; исследовать процессы самоочищения озера и оценить количественно предельную антропогенную нагрузку как для отдельных систем, так и озера в целом. Создана основа для разработки нормативов допустимых воздействий на экосистемы оз. Байкал. Установление классов элементов экологической опасности для каждого резервуара оз. Байкал позволяет выбрать эффективные методы очистки сточных вод, необходимую степень очистки и оценить потребность в сооружениях по отводу сточных вод.

# ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БАССЕЙНА РЕКИ СЕЛЕНГИ

Д. М. Аюшеева

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

E-mail: [dimka71323@mail.ru](mailto:dimka71323@mail.ru)

Река Селенга – главный приток оз. Байкал, формирующий свой сток на территории Монголии и России. От стока этой реки зависит уровень Байкала, колебания которого губительны для экосистемы уникального водоема.

В последнее время беспокойство вызывают планы по строительству ГЭС и водохранилищ в Монголии. Монгольская сторона планирует реализовать проекты «Шурэнская ГЭС» и «Регулирование стока реки Орхон и строительство комплекса водохранилищ». По экологическим прогнозам, реализация этих проектов может напрямую повлиять на экологию оз. Байкал.

В 2015–2016 гг. на большей части российского бассейна Селенги осадков в теплый период года было мало. За период июнь–сентябрь в 2015 г. выпало менее 100 мм осадков [1]. Проведенный мониторинг показал, что река была относительно полноводна (в сравнении с предыдущими годами). Протоки, которые с 2003 г. были сухими большую часть года, наполнились водой, в районе Кяхты в июле фиксировался выход воды в пойму. Это говорит о том, что сток с территории монгольской части бассейна в этот период был достаточно стабильным. Даже не имея данных по стоку за это же время с территории соседнего государства можно утверждать, что его роль в общем стоке р. Селенги велика. В связи с сокращением стока по естественным и антропогенным причинам с российской части бассейна вопрос регулирования стока в период строительства и наполнения водохранилищ ГЭС на Орхоне становится принципиальным. Если засуха в Забайкалье продолжится в ближайшие годы и при этом начнется строительство водохранилищ на Орхоне, сокращение стока может привести к серьезным экологическим последствиям как для территории в целом, так и для экологии оз. Байкал, например ухудшению качества воды по гидрохимическим, гидробиологическим показателям, снижению биоразнообразия и развитию нехарактерных сообществ в результате хорошо прогреваемых мелководий. Кроме того, при особо низких уровнях воды зимой полное промерзание в протоках дельты Селенги и на мелководьях Байкала приведет к полной гибели гидробионтов, являющихся кормовой базой для рыб. В настоящее время Селенга испытывает значительную антропогенную нагрузку вблизи населенных пунктов. По данным мониторинга в 2015 г., характерными загрязняющими веществами являются соединения меди и марганца. Загрязненность воды железом, цинком и алюминием была устойчиво низкого уровня [1].

Для снижения загрязнений и сохранения водных ресурсов необходимо сформулировать общие геоэкологические принципы и основы совместного безопасного использования ресурсов реки, разрабатывать территориальные планы и программы природопользования в рамках устойчивого развития, проводить оценку экономической эффективности техногенных и природоохранных проектов.

Таким образом, для водоснабжения населения, электрификации Монголии и развития горнодобывающей промышленности монгольской стороне требуется обеспечить экологическую и социальную безопасность проектов строительства ГЭС и водохранилищ, полностью исключив риск причинения вреда Байкалу, или найти альтернативный путь.

## **Литература.**

1. Министерство природных ресурсов Республики Бурятия. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2015 году», 2015. – С. 8–53.

## БИОИНДИКАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙКАЛЬСКИХ ГИДРОБИОНТОВ-ЭНДЕМИКОВ

А. Э. Балаян, М. Н. Саксонов, А. Д. Стом

НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск  
E-mail: [7balla@mail.ru](mailto:7balla@mail.ru)

На фоне возрастающего многообразия токсических веществ, ухудшающих природную среду, первостепенное значение приобретает создание новых аналитических систем для оценки состояния окружающей среды. Среди таких систем все более важное место отводится методам биоиндикации. Ценность биологических методов в том, что они дают интегральную оценку качества среды, в отличие от методов аналитической химии, ориентированных на количественное определение отдельных соединений.

Среди множества загрязнителей водоемов необходимо выделить нефтепродукты (НП) и поверхностно-активные вещества (ПАВ), поступление которых в окружающую среду постоянно возрастает. На Байкале это связано с развитием туризма, увеличением количества пассажирских судов и туристических баз, часто не оснащенных очистными сооружениями. Необходима система контроля водной среды, включающая методы биотестирования и биоиндикации не только для общепризнанных тест-объектов, но и для представительных для данного водоема гидробионтов.

Обитатели литорали в большинстве случаев первыми подвергаются влиянию поступающих в водоем загрязняющих веществ. Эта опасность еще больше для бентосных организмов, лишенных возможности покинуть зону загрязнения. Среди таких организмов особую роль в процессах поддержания чистоты вод Байкала выполняют губки. Непереваренные остатки пищи они выбрасывают с водой через оскулюмы. Учитывая это свойство, мы предложили простой способ определения состояния губок. Данная тест-реакция может не только использоваться в токсикологических целях, но и применяться для оценки физиологической активности губок, в том числе при выяснении влияния на них различных экологических факторов непосредственно в среде их обитания.

Ракообразных отряда *Copepoda*, имеющих хорошо выраженные жировые включения в виде капель, насчитывается несколько сотен видов. *Epischura baicalensis* Sars (*Copepoda*, *Crustacea*) – эндемик Байкала – обитает практически во всей водной толще пелагиали озера. На долю эпишуры приходится до 70 % всей биомассы зоопланктона.

Рачки отряда *Copepoda*, имеющие жировые включения, накапливают в них нефтепродукты. Это можно, в частности, наблюдать по сине-фиолетовому свечению в люминесцентном микроскопе. Аккумуляция дизельного топлива жировыми включениями рачков *Copepoda* и высокая чувствительность люминесцентной микроскопии позволяют обнаруживать микроколичества этого поллютанта в исследуемой воде. В наших опытах изменение формы и количества жировых капель рачков эпишуры по сравнению с контролем обнаруживалось только в присутствии в воде поверхностно-активных веществ. Через какое-то время после этих изменений жировых включений наблюдали гибель рачков и выход капель наружу. При действии токсикантов из других классов веществ прижизненного изменения жировых капель, подобного действию ПАВ, не наблюдали.

На основании этих экспериментов были предложены два способа биоиндикации: по накоплению в жировых каплях рачков *Copepoda* нефтепродуктов и по изменению размеров и формы жировых капель в этих рачках в присутствии ПАВ.

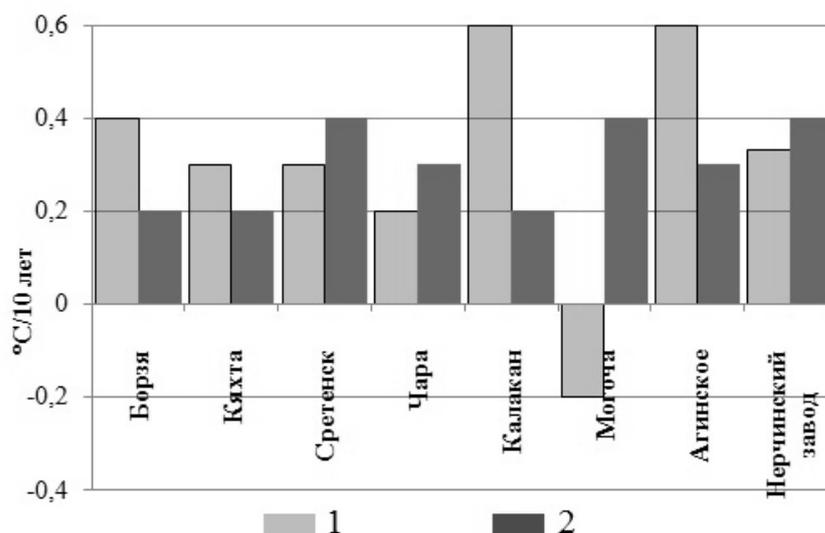
## ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ В ЗАБАЙКАЛЬЕ

А. С. Балыбина, И. Е. Трофимова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [balybina@irigs.irk.ru](mailto:balybina@irigs.irk.ru)

На фоне глобального потепления климата важно оценить его региональные проявления. За 60 лет (1951–2010 гг.) в Забайкалье годовая температура воздуха в среднем по территории повысилась на 1,8 °С, в различных ее частях – от 1,2 до 2,7 °С, что превосходит глобальные изменения [1]. Увеличение температуры происходит в течение всего года, но по месяцам темпы ее роста разные. Температура летнего периода выросла примерно на 1,5 °С. В этой ситуации важно оценить реакцию температуры почвы на эти изменения. Для этой цели использовались несколько многолетних (1964–2011 гг.) рядов температуры почвы (<http://meteo.ru/it/178-aisori>), которые относятся к разным частям рассматриваемой территории и характеризуют все типы термического режима.

На первом этапе исследований проведен корреляционный анализ температуры почвы на глубине 0,8 м и температуры воздуха в августе. Коэффициенты корреляции показателей составили в основном 0,6. Несколько ниже они по данным метеостанций Калакан, Чара и Могоча. На рисунке показаны значения линейных трендов данных показателей в августе. В основном на всех метеостанциях линейные тренды температуры почвы положительные. Исключение составляет метеостанция Могоча, где тренд отрицательный при положительном тренде температуры воздуха. Самое высокое значение трендов температуры почвы отмечено на метеостанциях Калакан и Агинское, самое низкое – в Чаре. Положительные тренды температуры почвы в большинстве своем близки величинам линейных трендов температуры воздуха. Значительно выше они только на метеостанциях Калакан и Агинское. В целом и по коэффициентам корреляции, и по линейным трендам определенная согласованность температурных рядов показателей существует.



**Тенденции изменения температуры почвы на глубине 80 см (1) и температуры приземного слоя воздуха (2) в августе (1964–2011 гг.)**

### Литература.

1. Обязов В. А. Изменения современного климата и оценка их последствий для природных и природно-антропогенных систем Забайкалья: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Казань, 2014. – 38 с.

# ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ

И. В. Балязин

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [grave79@mail.ru](mailto:grave79@mail.ru)

Неоднородность распространения почвенных беспозвоночных в пространстве – важный вопрос в понимании функционирования биогеоценозов в целом. Лимитирующие факторы определяют состояние сообществ почвенных беспозвоночных в определенное время и на конкретной территории, поэтому для его оценки необходимо применение сравнительно-географического подхода, при этом нужно использовать данные о взаимодействии сообществ между собой и в зависимости от влияния экологических факторов. Анализ экологических факторов, влияющих на изменение структуры почвенной биоты, позволяет понять особенности формирования сообществ беспозвоночных на разных стадиях восстановления, а также определить чувствительность зооценозов почв к антропогенным воздействиям. Экосистемы и их биотические составляющие непосредственно или косвенно связаны с климатическими условиями (от фитоклимата местообитаний и до зонального макроклимата).

Исследование зооценозов почв природных и нарушенных антропогенной деятельностью ландшафтов проводилось на ключевых участках, где производился отбор почвенных проб. Методика взятия почвенных проб и результаты проработки ряда методических вопросов включают в себя: определение оптимального числа почвенных проб; установление необходимой и достаточной глубины почвенных проб; распределение почвенных проб по территории в соответствии с господствующим типом растительности, почвенным покровом и особенностями микрорельефа. Проработка методических вопросов позволила оптимизировать проводимые исследования, сделать их менее трудоемкими при сохранении достаточной надежности и репрезентативности получаемых данных. Процессы освоения, связанные с преобразованием почвенно-растительного покрова, ведут к изменению физико-химических свойств почвы и водно-теплового баланса, вызывая разнообразные перестройки структуры и количественных характеристик животного населения. Изменение структуры сообществ почвенных беспозвоночных позволяет определить сдвиги в течение почвообразовательного процесса намного оперативнее, чем при инструментальных и химических методах исследований. Специфика и скорость восстановительных сукцессий, инициированных как экзогенными факторами, так и эндогенными причинами, определяются ландшафтно-зональными особенностями и структурно-динамическими свойствами элементарных геосистем, степенью трансформации почв и биотических сообществ, а также их восстановительными способностями.

Структура зооценозов и диапазон ее варьирования в пространственно-временном аспекте может служить одной из характеристик устойчивости геосистем к внешним воздействиям и способности биотических сообществ к самовосстановлению. Использование информации о состоянии почвенного мезонаселения в решении ландшафтно-экологических проблем актуально и включает в себя: исследование локальных и региональных спектров зооценозов почв и их распределение в пространстве в зависимости от климатических, эдафических и биотических факторов, выявление специфики структуры и функционирования мезонаселения почв, определение пространственных особенностей естественной динамики [1].

## **Литература.**

1. Бессолицына Е. П. Геосистемы контакта тайги и степи: юг Центральной Сибири / Е. П. Бессолицына, С. В. Какарека, А. А. Крауклис, Л. К. Кремер. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. – 217 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВИДЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ

И. В. Бардамова, С. Г. Дорошкевич

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ  
E-mail: [irina-bardamova@yandex.ru](mailto:irina-bardamova@yandex.ru)

Одна из важных экологических проблем современности – рациональное использование и утилизация отходов производства. Отходы переработки руд горнодобывающего производства в значительных концентрациях содержат тяжелые металлы и другие токсичные элементы, которые в то же время могут являться источником жизненно необходимых для растений микроэлементов.

Нами были проведены опыты по исследованию нетрадиционных видов микродобриений на основе отходов переработки руд горнодобывающего производства Джидинского молибденово-вольфрамового комбината (г. Закаменск): переотложенные в дельте р. Модонкуль (ОГОП 1) и хвостохранилища руч. Барун-Нарын (ОГОП 2) на мучнисто-карбонатных почвах Забайкалья. В микрополевым опыте (1. Фон 1 – NPK; 2. Фон 1 + ОГОП; 3. Фон 2 – NPK + перегной; 4. Фон 2 + ОГОП) площадь делянок составила 2,1 кв. м, при 4-кратной повторности вариантов. В вегетационно-полевых опытах (1. Фон – NPK; 2. Фон + Mo/Zn0,5; 3. Фон + Mo/Zn1,0; 4. Фон + Mo/Zn5,0; 5. Фон + Mo/Zn10,0) использовались сосуды емкостью 6 кг, повторность вариантов – шестикратная. Опытные культуры: в микрополевым – картофель сорта Волжанин; в вегетационно-полевых – горох сорта Сахарный, овес сорта Гэрэл.

Установлено, что данные нетрадиционные удобрения способствуют некоторому повышению урожайности исследуемых с/х культур (в 1,02–1,15 раза относительно фоновых вариантов). Максимальная урожайность клубней картофеля отмечена при совместном внесении в почву ОГОП (в дозе 4 т/га) с перегноем (в дозе 10 т/га) на фоне минеральных удобрений (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>). Максимальная урожайность овса и гороха на зеленую массу в среднем за два года исследований отмечена при использовании ОГОП в дозах 0,5–1,0 мг/сосуд на фоне минеральных удобрений (N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>). Отходы горнообогатительного производства, используемые в качестве нетрадиционных удобрений, благотворно влияют на качество получаемой продукции. Увеличивается количество сырого протеина, фосфора и калия в клубнях картофеля и зеленой массе однолетних кормовых культур (овса и гороха). Вместе с тем совместное использование ОГОП с перегноем способствуют снижению крахмала в клубнях картофеля в 1,03 раза в сравнении с фоновым вариантом. Также отмечается некоторое уменьшение содержания клетчатки (в 1,01–1,12 раза) в зеленой массе однолетних кормовых культур в варианте с ОГОП в дозе 10,0 мг/сосуд (в пересчете на Mo, Zn) на фоне минеральных удобрений (N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>). Применение отходов горнообогатительного производства в качестве удобрений в среднем за два года приводит лишь к незначительному увеличению содержания в ней химических элементов (Zn, Cu, Co, Ni, Pb, Cr, W, Rb, Sr, As и Mo), не превышающему ОДК. В товарной части сельскохозяйственных культур содержание химических элементов по вариантам опытов ниже максимально допустимого уровня.

Полученные предварительные результаты исследований позволяют считать, что ОГОП могут использоваться в качестве нетрадиционных видов удобрений при соблюдении экологически безопасных доз внесения на единицу площади с обязательным контролем накопления ТМ в почве и товарных частях сельскохозяйственной продукции.

*Исследования поддержаны грантом РФФИ № 15-45-04123\_p\_сибирь\_a.*

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ СТРЕСС-ОТВЕТА У БАЙКАЛЬСКОЙ АМФИПОДЫ *EULIMNOGAMMARUS CYANEUS* ДУВ. МЕТОДАМИ ПРОТЕОГЕНОМИКИ

Д. С. Бедулина<sup>1</sup>, С. Калькоф<sup>2</sup>, А. Н. Гурков<sup>1,5</sup>, П. Б. Дроздова<sup>3</sup>,  
М. А. Тимофеев<sup>1</sup>, Т. Люкенбах<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Университет прикладных наук, г. Кобург, Германия;

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург;

<sup>4</sup>Центр экологических исследований, г. Лейпциг, Германия;

<sup>5</sup>Байкальский исследовательский центр, г. Иркутск

E-mail: [daria.bedulina@gmail.com](mailto:daria.bedulina@gmail.com)

Методы протеомики позволяют выявлять белки, участвующие в клеточных и биохимических процессах. Одним из новых направлений протеомики является ее применение в экологических исследованиях, что дает возможность определить механизмы, участвующие в адаптации к факторам среды, у немодельных организмов, у которых зачастую существует специфика функционирования подобных механизмов [1]. Существенные ограничения метода, связанные с отсутствием генетической информации многих немодельных организмов, удается снять, используя протеогеномный подход – применение сборок генома или транскриптома исследуемого организма для создания специфичной для него базы данных. Целью исследования стала разработка метода идентификации белков байкальской амфиподы *Eulimnogammarus cyaneus* [2] с использованием протеогеномного подхода. Изучение белков амфипод в норме и при воздействии стрессового фактора («теплового шока» с последующим восстановлением) производили при помощи метода хромато-масс-спектрометрии на приборе LTQ Orbitrap XL (Thermo Scientific). Для идентификации белков была разработана база данных на основе сборки транскриптомов исследуемого вида. В результате было идентифицировано 1220 белковых групп в протеомах самок и самцов *E. cyaneus*. 49 % всех идентифицированных белковых групп принадлежало обоим полам, 16 % – самцам и 35 % – самкам. Среди белков ответа на «тепловой шок» преобладали рибосомные белки, компоненты цитоскелета и белки процессов энергетического метаболизма. В отличие от самцов, для протеомного стресс-ответа самок характерно наличие белков антиоксидантной системы, белков процессов бисинтеза аминокислот, катаболизма белков и вителлогенинов. Показано, что протеом самок данного вида обладает большей лабильностью, чем протеом самцов, что подтверждает полученные нами ранее данные с использованием другого метода протеомики 2D-электрофореза белков и масс-спектрометрии [2]. Выявленные белки могут служить потенциальными биомаркерами стрессового состояния исследуемого вида байкальских амфипод.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (15-04-06685, 15-29-01003, 16-34-60060, 16-34-00687), РНФ (17-14-01063) и Немецкой службы академических обменов (DAAD).*

## Литература.

1. Armengaud J. et al. Non-model organisms, a species endangered by proteogenomics // Journal of proteomics. – 2014. – Т. 105. – С. 5–18.
2. Bedulina D., Meyer M. F., Gurkov A., Kondratjeva E., Baduev B., Gusdorf R., & Timofeyev M. A. (2017). Intersexual differences of heat shock response between two amphipods (*Eulimnogammarus verrucosus* and *Eulimnogammarus cyaneus*) in Lake Baikal. PeerJ, 5, e2864.

# ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЭКОСИСТЕМ ДИСТАНЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ В КОРОТКОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ РАДИОВОЛН

С. Ю. Белов

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва

E-mail: [Belov\\_Sergej@mail.ru](mailto:Belov_Sergej@mail.ru)

Мониторинг поверхности земли методом дистанционного зондирования в коротковолновом диапазоне радиоволн может позволить оперативно выявлять некоторые геофизические параметры природных систем. Данный диапазон дает возможность диагностировать и подповерхностный слой земли (толщины порядка длины волны падающего излучения), поскольку параметр рассеяния формируется также и неоднородностями диэлектрической проницаемости подповерхностных структур [1]. Данным методом при организации мониторингового зондирования возможно выявлять области изменения этих сред, например, для оценки сейсмической опасности и сейсмического риска, опасных природных явлений, а также некоторых экстремальных событий техногенного характера [2], в т. ч. и для целей контроля изменения ландшафтов и их компонентов, решения проблем рационального и экологичного недропользования, прогнозирования изменчивости экосистем.

В работе рассматривается задача дистанционной диагностики «шероховатой» земной поверхности и диэлектрических подповерхностных структур в КВ-диапазоне. При этом в качестве параметра, характеризующего рассеивающую способность радиоволн земной поверхности, используется соотношение сигнал/шум  $\beta$ . Идея метода определения этого параметра заключается в том, что, располагая синхронной информацией о волне, отраженной от ионосферы и о волне, отраженной от земли и ионосферы (или прошедшей ионосферу дважды при зондировании со спутника), возможно извлекать информацию о параметре рассеяния [3].

Предложен новый некогерентный метод оценки параметра сигнал/шум. Выполнен сравнительный анализ, и показано, что по аналитической (относительной) точности определения этого параметра новый метод на порядок превосходит широко используемый стандартный. Анализ аналитических погрешностей оценки параметра  $\beta$  позволил рекомендовать метод R4 вместо стандартного R2. При этом достаточно высокая аналитическая (относительная) точность оценки параметра  $\beta$  может быть достигнута с помощью некогерентной аппаратуры, используя новый метод R4. Также остается возможность оптимизации статистической ошибки путем соответствующей специальной цифровой обработки сигнала [4].

## **Литература.**

1. Белов С. Ю. Экспериментальное исследование характеристик когерентной и некогерентной обработки информации при дистанционном зондировании атмосферы и «шероховатой» земной поверхности в коротковолновом диапазоне радиоволн // «Известия высших учебных заведений. Физика», ISSN 0021-3411. – 2016. –Т. 59, № 12-3. – С. 121–124.

2. Belov S. Yu. The analysis of monitoring data of the parameter scattering power the earth's surface in the short-wave range of radio waves // Data Intensive System Analysis for Geohazard Studies, Geoinformatics research papers, eISSN: 2308-5983. BS4002, doi: 10.2205/2016BS08Sochi. – 2016. –Vol. 4, № 2. – P. 50.

3. Belov S. Yu., Belova I. N., Falomeev S. D. Monitoring of coastal ecosystems by method of remote sensing in the short-wave range of radio waves // Managing Risks to Coastal Regions and Communities in a Changing World. St. Petersburg, doi: 10.21610/conferencearticle\_58b4316d2a67c, ISBN 978-5-369-01628-2, 2016.

4. Белов С. Ю. Программа регистрации квадратурных компонент n-кратного отраженного от земной поверхности радиосигнала. Свидетельство о регистрации права на программное обеспечение № RU.2016612172 от 19.02.2016 г.

## РОЛЬ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ В ТРАНСФОРМАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВАХ

Г. А. Белоголова<sup>1</sup>, М. Г. Соколова<sup>2</sup>, О. Н. Гордеева<sup>1</sup>, М. В. Пастухов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [gabel@igc.irk.ru](mailto:gabel@igc.irk.ru), [SokolovaMG@sifibr.irk.ru](mailto:SokolovaMG@sifibr.irk.ru)

В настоящее время для питания растений активно внедряются безопасные биотехнологии, созданные на основе ризосферных бактерий группы PGPR (Plant Growth Promoting *Rhizobacteria*). Это связано с тем, что традиционное интенсивное использование синтетических удобрений привело к загрязнению азотсодержащими веществами почвы, поверхностных и грунтовых вод. В тоже время пока еще мало изучено влияние бактериальных препаратов на поведение мышьяка и тяжелых металлов в почве, которые обладают высокой токсичностью для живых организмов и имеют широкое распространение в антропогенных ландшафтах.

Основной целью исследований являлось изучение влияния ризосферных бактерий *Azotobacter* и *Bacillus*, входящих в состав биопрепаратов, используемых в растениеводстве, на формы нахождения As, тяжелых металлов в прикорневой ризосферной части почвы и особенности их аккумуляции в растениях. Проведены эксперименты по изучению влияния ризосферных бактерий *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, и *Bacillus mucilaginosus*, входящих в состав биопрепарата, на особенности миграции тяжелых металлов в системе «почва-растение». Биопрепараты разработаны в Томском госуниверситете и предложены для апробации в агроклиматических условиях Южного Прибайкалья. Выращивание растений проводили в условиях Фитотрона Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН. Для экспериментов использовали почвы из техногенной зоны г. Свирска с различной степенью загрязнения.

Исследование форм соединений тяжелых металлов в почве ризосферы проведено по методике [1]. Выделены фракции: легкообменная, карбонатная, органическая и связанная с гидроксидами железа, в которых установлены содержания тяжелых металлов. Изучено распределение этих элементов в вытяжке этилендиаминтетраацетата натрия (ЭДТА) и в гуминовом веществе: фульвокислотах и гуминовых кислотах. Химический анализ почв и растений выполнен с использованием научного оборудования Центра коллективного пользования «Изотопно-геохимических исследований Института геохимии СО РАН».

Проведенные исследования показали, что ризосферные бактерии *Azotobacter* и *Bacillus* могут являться мощным фактором, влияющим на биогеохимические процессы иммобилизации и мобилизации тяжелых металлов и As в системе почва – растение. При взаимодействии с ризосферными бактериями происходит иммобилизация As, Pb, Cd, Zn в почве ризосферы в виде хелатных соединений и комплексов с гидроксидами железа. Связывание As и тяжелых металлов ризосферными бактериями в техногенной почве приводит к значительному снижению интенсивности его поступления в надземную часть растений.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-05-03919.*

### Литература.

1. Tessier A., Campbell P. G. C., Bisson M. Sequential extraction procedures for the speciation of particulate trace metals. *Anal. Chem.* 51. – 1979. – P. 844–851.

## МИКРОЦИСТИН-ПРОДУЦИРУЮЩИЕ ЦИАНОБАКТЕРИИ В ПЛАНКТОНЕ И БЕНТОСЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

О. И. Белых, Е. Г. Сороковикова, М. А. Ивачева, И. В. Тихонова,  
А. В. Кузьмин, Г. А. Федорова

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [belykh@lin.irk.ru](mailto:belykh@lin.irk.ru)

Цианобактерии – одни из самых древних на Земле организмов – широко распространены во всех экосистемах, включая экстремальные. Они отличаются способностью сочетать два важнейших процесса в биосфере: кислородный фотосинтез и фиксацию молекулярного азота. Многие виды цианобактерий являются продуцентами токсинов, вызывающих как острые отравления человека и животных, так и хронические заболевания. Микроцистины (МС) – наиболее распространенные цианотоксины в пресноводных экосистемах, они поражают клетки печени, ингибируя активность ферментов. Наибольшую опасность токсины представляют при массовом развитии цианобактерий в водоемах. Как известно, возникновение вредоносных «цветений» – лучший индикатор развивающегося эвтрофирования водоемов (Chorus, Bartram, 1989). В оз. Байкал микроцистин-продуцирующие цианобактерии впервые выявлены в 2010 г., они обнаружены в планктоне литоральной зоны (Белых и др. 2015).

Начиная с 2011 г. в экосистеме прибрежной зоны оз. Байкал зарегистрирован крупномасштабный кризис, основной чертой которого стало заболевание губок, перешедшее в их массовое вымирание (Timoshkin et al., 2016). На больных и погибших губках, на камнях и на грунте в большом количестве стали развиваться нитчатые цианобактерии (Belykh et al., 2016).

Для поиска токсин-продуцирующих цианобактерий в планктоне и бентосе оз. Байкал и с целью оценки угрозы загрязнения вод цианотоксинами в 2015–2016 гг. были отобраны пробы и исследованы с помощью микроскопических, молекулярно-генетических методов и иммуноферментного анализа (ИФА).

В бентосных пробах, отобранных с различных субстратов в Южном Байкале, наблюдали нитчатые цианобактерии *Tolypothrix distorta*, *Oscillatoria curviceps*, *Kamptonema formosum*, *Symplocastrum* sp., *Tychonema* sp., *Pseudanabaena* spp., *Leptolyngbya* spp. С помощью генетических маркеров в обрастаниях различных субстратов, включая больные губки, выявлены цианобактерии, способные к синтезу микроцистинов. Концентрация МС в биопленках, по данным ИФА, достигала 3,39 мкг/г сух. Веса. В пробах фитопланктона Малого моря (залив Мухур) в августе 2016 г., доминировали *Gloeotrichia echinulata* и виды рода *Dolichospermum*, ранее известного как *Anabaena*: *D. Flos-aquae*, *D. Spiroides*, *D. Scheremetieviae*, *D. Lemmermannii*. Численность и биомасса цианобактерий были высокими и характеризовали залив Мухур как эвтрофный водоем. Согласно данным филогенетического анализа, гены, кодирующие синтез МС, содержали виды *Dolichospermum flos-aquae* и *D. Lemmermannii*. Концентрация МС в фитопланктоне Малого моря составляла 0,052–6,110 мкг/г сух. Веса. Методом MALDI-TOF в планктонных и бентосных пробах определены восемь вариантов МС.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в фитопланктоне и в бентосных биопленках оз. Байкал присутствуют токсин-продуцирующие цианобактерии, представляющие угрозу для человека и животных, поэтому необходимо проводить регулярный мониторинг содержания цианотоксинов в воде, особенно в туристско-рекреационных зонах с интенсивной антропогенной нагрузкой.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ (16-54-44035 Монг\_а) и Госзадания № 0345-2016-0003.

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В XXI ВЕКЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РИСКИ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Т. В. Бережных, Н. В. Абасов, В. М. Никитин, Е. Н. Осипчук, В. А. Савельев

Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [berejn@isem.irk.ru](mailto:berejn@isem.irk.ru)

Наблюдаемые изменения климата на территории Российской Федерации в конце XX и начале XXI в. характеризуются значительным ростом температуры холодных сезонов года, возрастанием повторяемости засух, изменением годового стока рек, понижением ледовитости арктических морей, что подтверждается исследованиями российских и зарубежных ученых.

Современные мировые центры метеорологических данных предоставляют широкие возможности для исследований, связанных с глобальным изменением климата. Наиболее эффективными центрами являются Reanalysis и GPCC – Мировой центр данных по осадкам (Германия), на основе которых в ИСЭМ СО РАН создана информационно-прогностическая система ГЕОПСАР [1]. В этой системе разработаны специальные компоненты анализа геоклиматических данных с целью уточнения и верификации методов долгосрочного прогнозирования с формированием карт изменчивости метеорологических показателей за разный интервал времени.

На юге Восточной Сибири климатические изменения особенно остро проявились в бассейне оз. Байкал, где с 1996 по 2016 гг. в наблюдалось длительное маловодье, а в период 2014–2015 гг. – катастрофическое маловодье, сопровождаемое аномалиями летних температур и осадков, пожарами, другими негативными природными и социально-экономическими процессами.

Для анализа климатических изменений на обширной территории Иркутской области, Забайкалья, Республики Бурятия, а также Монголии сформированы карты разностей летних температур и давления между периодами 1996–2015 и 1976–1995 гг. Выяснилось, что по температурному режиму повсеместно произошло увеличение летних температур от 1,5 до 2,4°C, при этом максимальная разность между ними достигается в монгольской части бассейна р. Селенги, а наибольшие положительные отклонения по давлению зафиксированы в юго-восточной части (бассейны рек Чикой, Хилок и Уда), что свидетельствует о значительных понижениях атмосферных осадков в летний период.

Колебания уровня оз. Байкал имеют высокую корреляцию с колебаниями стока воды р. Селенги, дающего около половины общего притока воды в озеро. Восстановленный приток монгольской части Селенги по дендрохронологической информации колец деревьев в различных частях бассейна с 1747 г. подтвердил циклический характер колебаний водности реки, наличие как вековых, так и внутривековых циклов, а также чередование маловодных и многоводных периодов [2]. Если следовать закономерности чередования вековых циклов [3], то можно предположить, что мы находимся в конце 3-го – начале нового 4-го векового цикла с увеличением притока воды в оз. Байкал в ближайшем будущем.

## Литература.

1. Абасов Н. В. Система долгосрочного прогнозирования и анализа природообусловленных факторов энергетики ГеоГИПСАР // Материалы междунар. совещ. APN (MAIRS/NEESP/SIRS) “Экстремальные проявления глобального изменения климата на территории Северной Азии”: Enviromis-2012. – С. 63–66.

2. Никитин В. М., Абасов Н. В., Бережных Т. В., Осипчук Е.Н. Озеро Байкал: риски маловодных и многоводных периодов // География и природ. ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 29–38.

3. Афанасьев А. Н. Водные ресурсы и водный баланс бассейна оз. Байкал. – Новосибирск: Наука, 1976. – 238 с.

# АНАЛИЗ ПИРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОСИСТЕМЫ ПРИОЛЬХОНЬЯ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

А. Ю. Бибаева

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [pav\\_a86@mail.ru](mailto:pav_a86@mail.ru)

Устойчивый рост годовых температур воздуха и увеличение засушливости климата на Байкальской природной территории усугубляют пирогенную обстановку в регионе. Благодаря климатическому фактору, 2014 г. для оз. Байкал оказался катастрофически маловодным. Приток воды в озеро составил всего 67 % от нормы, что способствовало снижению уровня воды ниже минимально установленной отметки в 456 м [1], сокращению площади водного зеркала, снижению уровня грунтовых вод в водосборном бассейне озера, изменению микроклимата различных местоположений.

С целью инвентаризации данных о площадях, пройденных пожарами, и их локализации выполнялись дешифрирование и анализ космоснимков Landsat-8 (OLI). За период с 2013 по 2015 гг. отмечены наиболее интенсивные пожары за последние 12 лет, деструктивному влиянию огня подверглось более 200 км<sup>2</sup> территории Приольхонья. В породной структуре площади погибших насаждений доминируют [2] кедровые леса и сообщества кедрового стланика – 36 %, в меньшей степени затронуты огнем лиственничные – 17, сосновые – 12, незначительно березовые – 2 и еловые – 0,07 % леса в силу их малого распространения.

Согласно данным исследований различных авторов, в современных условиях изменяющегося климата, с усилением его аридности в Прибайкалье, наметилась тенденция снижения площади распространения горно-таежных темнохвойных геосистем, главным образом кедровых, и замещением их на светлохвойные сосново-лиственничные, сопровождаемая более широким распространением лишайниковых ассоциаций, резким снижением распространения кедрового стланика и увеличением площади каменистых пустошей в горно-тундровых геосистемах.

Отмеченные тенденции преобразования геосистем Приольхонья в последние годы ускоряются и усиливаются благодаря обширному действию пирогенного фактора, что в условиях изменяющегося климата может способствовать невосстановлению геосистемной структуры территории и ее трансформации. По данным Е. В. Безруковой, последние существенные преобразования геосистемной структуры территории произошли около 400–500 лет назад в связи с усилением континентальности климата.

В контексте проводимого анализа следует отметить рост по годам площадей, пройденных огнем, увеличение разрушительной силы пожаров растительности, причины которых могут лежать в изменении вещественно-энергетических потоков, ослаблении внутренних и внешних связей геосистем вследствие ряда факторов: глобальных и региональных климатических изменений, роста популярности стихийного туризма в ранее мало доступные районы, слабой системы охраны лесов, допускающей возможность распространения огня на значительные территории.

Увеличение доли горимости темнохвойно-таежных лесов в Ольхонском районе, кроме того, обусловлено переходом набравшего силу и значительную температуру в связи с развитием засушливых и ветреных погодных условий пожара с территории Качугского района, что фиксируется при анализе разновременных космоснимков Landsat.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (16-05-00902).*

## **Литература.**

1. Бычков И. В., Никитин В. М. Регулирование уровня оз. Байкал: проблемы и возможные решения // География и природ. ресурсы, 2015. – № 3. – С. 5–15.
2. Бибаева А. Ю. Анализ пирогенного воздействия на геосистемы Приольхонья по материалам космической съемки // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 12-2. – С. 347–351.

# ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ

И. Н. Биличенко

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [irinabilinik@mail.ru](mailto:irinabilinik@mail.ru)

Природные процессы проявляются не одновременно и не одинаково в разных горных регионах и в пределах одной горной системы. Пространственная динамика процессов горных ландшафтов связана в одних случаях с разными закономерностями ландшафтной дифференциации – горизонтальной (плановой), высотной зональностью, экспозиционными закономерностями. В других случаях она обусловлена приуроченностью ландшафтов к разным элементам гор (на склоне, в долине и т. д.). Одной из специфических природных географических особенностей гор называется высокая интенсивность (динамика) природно-географических процессов.

Под динамикой подразумеваются изменения системы, которые имеют обратимый характер и не приводят к перестройке ее структуры. Сюда относятся главным образом циклические колебания, происходящие в рамках одного инварианта (суточные, сезонные), а также восстановительные смены состояний, возникающих после нарушения геосистемы внешними факторами (в том числе и хозяйственным воздействием человека). От динамики следует отличать эволюционные изменения геосистемы, которые приводят к коренной перестройке структуры, то есть к появлению новой геосистемы.

Ландшафтная структура горных геосистем рассматривалась нами по ряду геоморфов, начиная с классов фаций. Под классом фаций понимают эколого-морфогенетические разновидности геома, отражающие внутриобластные его соотношения, в том числе «экстразональные» и «экстрапоясные» [1]. Различия их прослеживаются по генезису, формам рельефа, грунтам, режиму увлажнения, типам растительности и степени антропогенной нарушенности.

Основным путем выделения и разграничения ландшафтов горных стран должно быть детальное полевое изучение и ландшафтное картографирование. Детальные ландшафтные исследования показали, что вертикальное распределение растительности зависит не только от изменения гидротермических условий с ростом абсолютных высот, но и в большей степени от геоморфологических условий, литологии горных пород и характера их залегания в каждой морфоструктуре [2].

Системной основой для изучения и картографирования ландшафтов горных систем Байкальского региона на разных масштабных уровнях выступает учение о геосистемах сибирской географической школы [3], методика которого апробирована в разных регионах азиатской России. Различные региональные разработки объединяет регионально-типологический подход, который позволяет базировать классификацию разнообразия геосистем и легенду ландшафтной карты на системно-иерархической основе [4].

На топологическом уровне такой подход дает возможность исследовать динамические состояния ландшафтов и их факторально-динамические (экологические) характеристики, позволяет учитывать региональные закономерности и типологические особенности геосистем разного ранга и пространственной размерности.

## Литература.

1. Плюснин В. М. Ландшафтный анализ горных территорий (на примере Прибайкалья): Дис. ... д-ра геогр. наук. – Иркутск, 2000. – 310 с.
2. Геренчук К. И. О принципах разграничения горных ландшафтов // Вест. МГУ. Серия Геогр. – 1963. – № 2. – С. 19–25.
3. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 320 с.
4. Семенов Ю. М., Суворов Е. Г. Геосистемы и комплексная физическая география // География и природ. ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 11–19.

# ИЗУЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЯХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ ИНВЕРСИОННЫМ ВОЛЬТАМЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Е. А. Бондаревич, Г. Ю. Самойленко, Н. Н. Коцюржинская

Читинская государственная медицинская академия, г. Чита

E-mail: [g.s.311278@mail.ru](mailto:g.s.311278@mail.ru)

Город Чита характеризуется комплексом сложных геохимических и техногенных факторов, которые в совокупности приводят к задержке и избыточному накоплению тяжелых металлов в почвах и растительности. Работ по исследованию содержания микроэлементов в растениях в условиях ненарушенных фитоценозов для региона выполнено недостаточно. Поэтому целью работы явилось определение уровня накопления тяжелых металлов (цинка, кадмия, свинца и меди) в почве и различных органах дикорастущих растений, в условиях лесостепных фитоценозов урочища «Сухотино».

Объектами исследования были образцы почв, взятые до глубины в 10 см (корнеобитаемый слой), и растения *Potentilla tanacetifolia* Willd. ex Schldtl., *Stellera chamaejasme* L., *Stemmacantha uniflora* (L.) Dittrich и *Oxytropis myriophylla* (Pall.) DC. Отбор почв проводили в соответствии с ГОСТ 17-4.4.02-84, растений – по общепринятым методикам в июне 2016 г. В почве и органах растений массовые концентрации Zn, Cd, Pb и Cu определяли инверсионным вольтамперометрическим методом на анализаторе «ТА-Универсал». Биологическая повторность 2-кратная, аналитическая 3-кратная.

В результате проведенных исследований выяснено, что в условиях урочища «Сухотино», расположенного в границах г. Читы, имеется загрязненность корнеобитаемого слоя почв и органов дикорастущих растений тяжелыми металлами. Наиболее активным концентратором из изученных видов оказалась *P. tanacetifolia*, минимальные значения по большинству изученных параметров и расчетных коэффициентов имел *O. myriophylla*. Вероятнее всего, это связано с биологическими особенностями видов (скорость процессов метаболизма, количество хелатирующих соединений в клетках, строение корней и листовых пластинок и др.). Значение показателей для *S. chamaejasme* и *S. uniflora* близки к *O. myriophylla*, хотя все виды относятся к разным семействам цветковых растений, но имеют, по видимому, сходные стратегии и механизмы по поглощению, перемещению и использованию микроэлементов. Для всех видов также отмечено интенсивное поглощение и перемещение к генеративным органам эссенциальных микроэлементов цинка и меди, тогда как токсичные кадмий и свинец имели значительно меньшие концентрации и коэффициенты биологического накопления, по отношению к подвижным формам металлов из почвы.

## Литература.

1. Копылова Л. В., Войтюк Е. А., Лескова О. А., Якимова Е. П. Содержание тяжёлых металлов в почвах и растениях урбанизированных территорий (Восточное Забайкалье). – Чита: Изд-во Забайкал. гос. ун-та, 2013. – 154 с.
2. Методическое указание 31-04/04. Количественный химический анализ проб пищевых продуктов, продовольственного сырья, кормов и продуктов их переработки. – Томск: Томский политех-й ун-т, 2004. – 21 с.
3. Методическое указание 31-03/05. Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. – Томск: Томьаналит, 2005. – 47 с.
4. Сибгатуллина М. Ш., Александрова А. Б., Иванов Д. В., Валиев В. С. Оценка биогеохимического состояния травянистых растений и почв Волжско-Камского заповедника // Ученые записки Казанского университета, сер. «Естественные науки», – 2014. – Т. 156, кн. 2. – С. 87–102.

# ВАРИАНТЫ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЫ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Г. О. Борисов

Бурятский научный центр, г. Улан-Удэ  
E-mail: [borisovgo@bk.ru](mailto:borisovgo@bk.ru)

В 2015 г. Институтом систем энергетики СО РАН совместно с отделом региональных экономических проблем Бурятского научного центра СО РАН проведена экспедиция по районам центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) с целью обследования существующего состояния систем энергоснабжения потребителей и систематизированы данные по различным типам используемых энергоисточников, в том числе мощностному ряду котельных, виду и количеству сжигаемого топлива.

В соответствии с существующими методиками определения выбросов в атмосферу от объектов энергетики оценено количество загрязняющих веществ. Суммарный расчетный выброс рассматриваемых теплоисточников ЦЭЗ, с учетом данных сожженного в 2014 г. топлива, составил порядка 27 тыс. т, из которых 83 % (22,16 тыс. т) – твердые вещества, 15 % (4,11 тыс. т) – оксиды серы и 2 % (0,41 тыс. т) – оксиды азота. В пределах Иркутской области в 2014 г. расчетный выброс составил 11,8 тыс. т, в Республике Бурятия – 14,9 тыс. т. Следует отметить, что в приведенных расчетах не учтены потребности в топливе и, соответственно, выбросы загрязняющих веществ индивидуального жилья, круглогодичных туристических баз, а также мелких источников тепла. Расчеты показывают, что на территории ЦЭЗ БПТ на индивидуальное отопление расходуется в год 215 тыс. Гкал, в т. ч. в Республике Бурятия – 125 тыс. Гкал теплоэнергии (102 и 60 тыс. т угля соответственно). Количество выбросов в атмосферу составляет 9 тыс. т, в т. ч. по Бурятии – 5 тыс. т, золошлаковых отходов – 43 и 25 тыс. т одоохраной но.

Для снижения антропогенной нагрузки на природную среду ЦЭЗ необходимо проводить модернизацию котельных, внедрять природоохранные технологии, осуществлять замену топлива на экологически чистые виды, в том числе природный газ. Наиболее привлекательный сценарий газификации котельных в ЦЭЗ представляет собой использование сетевого природного газа. Однако маловероятно, что предлагаемые варианты газоснабжения республики будут конкурентоспособны с углем, а также нет никакой ясности по срокам реализации проектов газификации региона.

Предпочтительнее рассмотреть возможность перевода территории ЦЭЗ БПТ на электротеплоснабжение. Расчеты потребности в электроэнергии и мощности для электротеплоснабжения существующих потребителей ЦЭЗ БПТ (за исключением г. Байкальска и центральной котельной г. Северобайкальска, по которым необходимо отдельное решение) показывают, что по ЦЭЗ требуется 418 МВт и 731 500 тыс. кВтч в год, по РБ – 250 МВт и 400 000 тыс. кВтч в год. На территории Бурятии при действующих тарифах на электроэнергию перевод на электроснабжение невозможен. Необходимо решить вопрос установления конкурентных углю тарифов (не выше 1 рубля за киловатт-час) на электроэнергию для целей энерготеплоснабжения на территории ЦЭЗ БПТ за счет выделения необходимого количества электроэнергии с шин Ангарских ГЭС. Этот вопрос вполне может решить министерство энергетики.

Энергетическая инфраструктура в основном имеет возможность обеспечить электротеплоснабжение побережья Байкала.

## **Литература.**

1. Б. Г. Санеев, И. Ю. Иванова, Е. П. Майсюк, Т. Ф. Тугузова, Р. А. Иванов. Энергетическая инфраструктура центральной экологической зоны Байкальской природной

территории: воздействие на природную среду и пути его снижения // География и природ. ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 218–224.

2. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час, или менее 20 Гкал в час. – М.: Гос. Комитет по охране окружающей среды Российской Федерации, 1999. — 53 с.

3. Иванова И. Ю., Тугузова Т. Ф., Ижбулдин А. К. Сравнительная эффективность использования природного газа для теплоснабжения потребителей Байкальской природной территории // Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов: Сб. трудов Восьмой междунар. науч.-техн. конф. – Благовещенск: Изд-во ЧП «Сажинов А. А.», 2015. — С. 330–334.

## ФЛОРА ОСТРОВОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Е. В. Бухарова

ФГБУ «Заповедное Подлеморье», пгт Усть-Баргузин, Республика Бурятия  
E-mail: [darakna@mail.ru](mailto:darakna@mail.ru)

Забайкальский национальный парк, который вместе с Баргузинским государственным природным биосферным заповедником и Фролихинским государственным природным заказником с 2011 г. находится под управлением ФГБУ «Заповедное Подлеморье», расположен на северо-восточном побережье оз. Байкал и занимает южную часть западного макрасклона Баргузинского хребта, п-ов Святой Нос, архипелаг Ушканьи острова, акваторию Чивыркуйского (с островами) и часть акватории Баргузинского заливов.

На сегодняшний день флора Забайкальского национального парка, выявленная благодаря работам многих экспедиций различных организаций и исследователей, представлена 978 видами. Наименее изучена флора входящих в территорию парка островов: семи небольших в Чивыркуйском заливе и четырех в архипелаге Ушканьих островов. Исследование флоры и растительности Ушканьего архипелага проводились в 1960-х гг. Выявленная флора архипелага составляет 329 видов высших сосудистых растений [1]. Специальных исследований флоры и растительности островов Чивыркуйского залива не проводилось, поэтому приведенный в [1] список флоры из 136 видов, скорее всего, не полон.

В связи с этим в 2013–2016 гг. были проведены работы по инвентаризации флоры и растительности островов совместно с сотрудниками Института общей и экспериментальной биологии СО РАН и Ботанического института РАН. Особое внимание уделялось редким видам, которых отмечено 11 видов. Наибольшее видовое разнообразие отмечено на Ушканьем архипелаге, среди островов Чивыркуйского залива редкие виды зарегистрированы в основном на о. Большой (Лохматый) Кыльтегей.

Среди редких видов много эндемичных, в том числе и узколокальных. К ним относится *Papaver popovii* Sipl. [2], также являющийся реликтом ледниковой эпохи. Его популяция на о. Большой Кыльтегей небольшая по площади, характеризуется как устойчивая. Еще один узколокальный эндемик байкальского побережья, внесенный в Красную книгу России, – *Deschampsia turczaninowii* Litv [2], произрастающий на песчано-галечниковых субстратах. Несмотря на низкую общую численность, исследованный вид довольно устойчив в занимаемых местообитаниях. Хорошее семенное возобновление позволяет им легко восстанавливать популяции, периодически нарушаемые штормами.

На о. Большой Кылтыгей нами была отмечена *Rhodiola rosea* L. [2], внесенная в Красную книгу России. Условия увлажненности, температурный режим и характеристики времен года приближены здесь к условиям типичных местообитаний родиолы розовой – высокогорным лугам на берегах ручьев и озер.

Острова оз. Байкал характеризуются особыми экологическими условиями. Это объясняет своеобразие состава и пространственного распределения растительного покрова островов, где рядом произрастают высокогорные ивы и лесные орхидные. В то же время эти условия определяют ранимость флоры и растительности, что особенно касается популяций редких видов. В настоящее время результаты наших исследований говорят о благополучном их состоянии. Но, учитывая экстремальные условия, а также современные тенденции глобального изменения климата и возрастающего антропогенного пресса, необходимо проведение дальнейших исследований и организация мониторинга редких видов островной флоры Забайкальского национального парка.

#### **Литература.**

1. Аненхонов О. А., Пыхалова Т. Д. Конспект флоры сосудистых растений Забайкальского национального парка. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. – 228 с.
2. Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. – Изд. 3-е, перераб. и доп. / Отв. ред. Н. М. Пронин. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 688 с.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СТОКА В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ РЕШЕНИЮ

И. В. Бычков<sup>1</sup>, В. М. Никитин<sup>2</sup>, Н. В. Абасов<sup>2</sup>, Т. В. Бережных<sup>2</sup>,  
И. И. Максимова<sup>1</sup>, Е. Н. Осипчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [isc@isc.irk.ru](mailto:isc@isc.irk.ru)

Как показывает мировой опыт, главные причины возникающих между государствами разногласий по вопросам водопользования связаны с регулированием речного стока и строительством гидротехнических сооружений на трансграничных реках. В настоящее время Монголия планирует реализацию проектов ГЭС: Эгийн-Гол, Шурэн, Орхон и Чаргайт, а также водоотвода Орхон-Гоби.

В результате строительства ГЭС и наполнения водохранилищ, прежде всего, изменится внутригодовой гидрологический режим р. Селенги на российской территории ниже этих ГЭС. Относительно естественного режима неизбежно значительное сокращение речного стока в летний период (в отдельные месяцы в 3-5 раз) при примерно таком же увеличении расходов воды в зимние месяцы. Это, безусловно, будет иметь социально-экономические и особенно экологические последствия на территории России в первую очередь для экосистемы бассейна Селенги и оз. Байкал.

Представлен анализ и оценка политико-институциональных и содержательных факторов постановки задачи комплексного исследования последствий регулирования стока в трансграничном бассейне р. Селенги. Обоснованы предложения по формированию системы мер для согласованных действий России и Монголии и решению проблемы предотвращения угроз оз. Байкал и р. Селенге, а также социально-экономическим объектам регионов Российской Федерации.

Предлагаются и рассматриваются следующие концептуальные проблемы:

- согласование на межгосударственном уровне терминологии и ограничений;
- формулирование конечных интересов государств, регионов, населения, предполагаемых к получению монгольской стороной в результате реализации планов регулирования стока р. Селенги;
- предварительная оценка социальных, экономических и экологических факторов последствий реализации планов регулирования стока в трансграничном бассейне Селенги;
- предложения по «дорожной карте» разработки единой межгосударственной концепции охраны и использования водных ресурсов трансграничного бассейна р. Селенги при условии гарантий достижения интересов России и Монголии, регионов, населения;
- предложения по научному обеспечению совместной оценки ожидаемых последствий регулирования стока в трансграничном бассейне р. Селенги и формирования научно обоснованных альтернатив;
- предложения по формированию институтов для разработки межгосударственной программы, принятию решений и сопровождению их реализации и развития.

# ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

О. В. Валеева

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [valeeva.o.v@yandex.ru](mailto:valeeva.o.v@yandex.ru)

Воздействие природных факторов на жизнедеятельность населения в территориальном отношении сохраняется в течение длительного времени. Поэтому их роль в формировании и развитии человеческого потенциала достаточно велика. Природно-климатический фактор влияет на расселение населения по территории, экономику региона, структуру хозяйства. Человеческий потенциал – это интегральная оценка свойств населения, отражающая уровень и возможности развития людей при определенных природно-экологических, социально-экономических и политико-правовых условиях [1].

В качестве одного из показателей эколого-климатического фактора выбран уровень дискомфорта климата. Для оценки внутрирегиональной дифференциации Байкальского региона по комфортности природно-климатических условий использованы результаты исследований типизации по степени комфортности климата Восточной Сибири [2]. В данной работе предложена качественная балльная оценка на основе совокупного воздействия метеорологических параметров на человека, влияния их продолжительности на степень благоприятности его проживания. Согласно этой оценке, территория Байкальского региона делится на три уровня дискомфорта климата – умеренный, сильный и очень сильный.

Второй показатель эколого-климатического фактора это выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, которые оказывают воздействие на здоровье населения – важного компонента человеческого развития. Основными источниками загрязнения выступают промышленные предприятия, транспорт. Большой объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу отмечен в северных муниципальных образованиях, где ключевыми источниками загрязнения являются котельные, поскольку климатические условия здесь достаточно суровые и, следовательно, продолжительность отопительного сезона будет наибольшей.

Таким образом, по методу стандартизации коэффициентов значения рассматриваемых показателей в муниципальных образованиях приведены к общему градиенту, затем получено их среднеарифметическое значение. Благоприятное влияние эколого-климатического фактора на развитие человеческого потенциала (с коэффициентом выше 0,500) прослеживается в Эхирит-Булагатском, Баяндаевском, Ононском, Калганском, Иволгинском, Кижингинском районах за счет умеренного климатического дискомфорта и наименьших выбросов в атмосферу. В группу с коэффициентом ниже 0,200 вошли следующие муниципальные районы: Мамско-Чуйский, Катангский, Бодайбинский и Каларский. Это районы с очень сильным климатическим дискомфортом и достаточно высокими выбросами в атмосферу.

## **Литература.**

1. Валеева О. В. Методика расчета индекса развития человеческого потенциала в муниципальных образованиях (на примере Забайкальского края и Республики Бурятия) // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. – 2016. – № 7. – С. 91–99.

2. Башалханова Л. Б. Ресурсное измерение социальных условий жизнедеятельности населения Восточной Сибири / Л. Б. Башалханова, В. Н. Веселова, Л. М. Корытный; Рос. Акад. Наук, Сиб. отд-ние, Ин-т географии им. В.Б. Сочавы. – Новосибирск: Акад. Изд-во «Гео», 2012. – 221 с.

3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – <http://www.gks.ru>

# СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИБАЙКАЛЯ

Ю. В. Вантеева, С. В. Солодянкина

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [ula.vant@mail.ru](mailto:ula.vant@mail.ru)

Функции природных систем можно рассматривать как итоговое выражение разнообразных процессов, протекающих в геосистеме, которые отражают ее потенциал создавать блага для человека. Исследования структуры геосистем и их функций может служить основой для планирования и организации рационального природопользования. В данной работе рассматриваются продукционная и средостабилизирующая функции.

Объект исследования – прибрежные ландшафты Прибайкалья, которые выполняют средообразующие, стокорегулирующие, водоохранные и прочие функции, важные для сохранения уникальной экосистемы оз. Байкал. Для исследования выбраны три ключевых участка, отражающие экстремальные ситуации регионального уровня и разнообразие геосистем, формируемое под влиянием орографических, климатических и антропогенных факторов: в отрогах Баргузинского хребта, в Приольхонье и на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан с предгорной равниной.

Ландшафтная структура ключевых участков выявлялась путем классификации и картографирования геосистем на топологическом уровне на основе факторально-динамических рядов (по А. А. Крауклису). Данный подход позволяет получить представление не только об упорядоченности геосистем в пространстве, но и отображать их функции, проявляющиеся на определенном уровне детализации.

По результатам исследований определены количественные значения запасов фитомассы древостоя и травянистой растительности для каждого типа геосистем на уровне групп фаций для всех ключевых участков. Самый широкий диапазон значений древесной (44,1–1728 т/га) и травянистой (0,4–6,8 т/га) фитомассы отмечается для ключевого участка на хр. Хамар-Дабан, что во многом обусловлено большим перепадом высот и высоким ландшафтным разнообразием. Наименьшие диапазоны запасов (30,6–115,4; 0,3–2,9 т/га) наблюдаются на ключевом участке в Приольхонье, что связано с минимальным для Прибайкалья количеством осадков и общей деградацией геосистем. Для северного Прибайкалья запасы фитомассы сравнительно высокие (89,8–554,1; 0,7–2,9 т/га) при достаточно неблагоприятных вегетационных условиях. Максимальные значения наблюдаются в старовозрастных сосновых и темнохвойных лесах.

Оценка средостабилизирующей функции на основе экспериментальных измерений по переносу мелкозема поверхностным стоком проводилась только для участка в Приольхонье, где развиваются процессы денудации из-за специфических особенностей климата, водного режима почв и интенсивного рекреационного воздействия. В результате выявлено, что наибольшим потенциалом для осуществления данной функции обладают склоновые редкостойные лиственничные разнотравно-злаковые леса, заболоченные разнотравно-осоковые луговины, разнотравно-ковыльные и низкотравно-типчаковые степи с доминированием типчака, ковыли, хамеродоса алтайского, которые формируют плотные дерновины и сомкнутое проективное покрытие, предотвращающее развитие денудационных процессов. В антропогенно-трансформированных геосистемах на крутых склонах (7,2–30°) осуществление данной функции нарушено в связи с изменением видового состава растительности, снижением проективного покрытия и запасов фитомассы, нарушением и уплотнением верхних горизонтов почвы.

*Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ и Русского географического общества (17-05-00588, 17-05-41020).*

## ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГОРНО-КОТЛОВИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

О. В. Василенко<sup>1</sup>, Н. Н. Воропай<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск

E-mail: [oksa\\_na85@mail.ru](mailto:oksa_na85@mail.ru), [voropay\\_nn@mail.ru](mailto:voropay_nn@mail.ru)

Климат юго-западного Прибайкалья формируется под влиянием циркуляции атмосферы, притока солнечной радиации и условий подстилающей поверхности. На зональные особенности климата этого региона накладываются местные условия: сочетание высокогорного рельефа и относительно пониженных межгорных впадин, имеющих индивидуальные морфометрические характеристики.

Для выявления особенностей температурного режима в котловинах юго-западного Прибайкалья использованы:

– данные круглогодичных срочных измерений температуры воздуха с 58 наблюдательных площадок, расположенных в типичных ландшафтах юго-западного Прибайкалья (Тункинская и Мондинская котловины);

– данные средней месячной и годовой температуры воздуха за инструментальный период наблюдений на метеорологической станции Тунка;

– средние месячные и годовые значения индексов атмосферной циркуляции, повторяемость типов атмосферной циркуляции по классификациям Вангенгейма-Гирса и Дзердзеевского и данные реанализа ERA-Interim (давление в центре Сибирского антициклона);

Показано, что многолетнее изменение температурного режима котловин юго-западного Прибайкалья происходит в тесной взаимосвязи с крупномасштабными механизмами атмосферной циркуляции. Наиболее тесная связь температуры воздуха устанавливается со Скандинавским индексом (–0,49), западным типом атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса (0,41) и с характеристиками сибирского антициклона в зимние месяцы (–0,41).

Выявленные микроклиматические различия температурного режима обусловлены различием площади днища котловин и перепада абсолютных высот.

В Тункинской котловине, по сравнению с меньшей по площади и перепаду высот Мондинской, значения абсолютного максимума выше на 8 °С, абсолютного минимума ниже на 2 °С, годовая амплитуда выше в среднем на 10 °С. В Мондинской котловине теплый период наступает на две недели позже, продолжительность вегетационного периода короче на 24 дня, сумма активных температур меньше на 480 °С, средняя суточная температура воздуха устойчиво не превышает 15 °С. Холодный период в Мондинской котловине более продолжителен, но протекает при меньшей амплитуде температуры воздуха днища и центральной части.

В Тункинской котловине продолжительность непрерывной инверсии достигает 12 суток, наибольшие значения градиентов соответствуют южному склону котловины (хр. Тункинские гольцы) и достигают –11,7 °С на 100 м. В Мондинской котловине продолжительность непрерывной инверсии не превышает 5 суток, максимальный вертикальный градиент составляет –7 °С на 100 м. Высота инверсионного слоя в котловинах достигает 1100 м. Инверсии формируются преимущественно в зимний период года, повторяемость составляет 97 %.

СОСНА КЕДРОВАЯ СИБИРСКАЯ НА СЕВЕРНОМ ПРЕДЕЛЕ  
РАСПРОСТРАНЕНИЯ: СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ И КЛИМАТИЧЕСКИ  
ОБУСЛОВЛЕННАЯ ДИНАМИКА

С. Н. Велисевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск  
E-mail: [velisevich@imces.ru](mailto:velisevich@imces.ru)

Исследование закономерностей распределения биологического разнообразия внутри ареала, занимаемого видом, факторов, лимитирующих распространение особей за его пределы, и адаптивных процессов в приграничных популяциях – важнейшие вопросы популяционной биологии древесных растений. В северных регионах изучение структуры популяций актуально также для прогнозирования динамики границы ареалов, обусловленных температурными ограничениями, что особенно важно в условиях современных климатических тенденций. Большой интерес в этом отношении представляет сосна кедровая сибирская – важный лесообразующий вид с обширным ареалом и специфической репродуктивной стратегией. Фенотипическое разнообразие этого вида анализировалась в лесотундровом экотоне (65°48'–65°59' с. ш., правобережье Нижней Оби), в зоне перехода от относительно «полноценных» популяций к малочисленным группам и одиночным деревьям. Почва экотона – обедненный подзол глееватый с близким залеганием вечной мерзлоты. Корневые системы деревьев поверхностные, толстая моховая подстилка ограничивает развитие подроста и отрицательно влияет на возобновление. Деревья сосны кедровой (одиночные или группы) приурочены к защищенным от ветра пониженным элементам микрорельефа – блюдцевидным заболоченным мерзлотным протайнам либо к южным склонам водораздельных речек.

Южная точка экологического профиля (елово-кедрово-лиственничное редколесье) представляет собой фрагмент самой северной популяции с относительно высокой численностью (200 шт./га) взрослых генеративных деревьев (120–240 лет). Наличие многочисленного (3 тыс. шт./га) подроста свидетельствует об устойчивости данной популяции. В средней части профиля (елово-лиственничное редколесье) генеративные деревья единичны (3 шт./га), однако количество подроста по-прежнему велико (1,2 тыс. шт./га). В самой северной части профиля плодоносящие деревья встречаются редко (1–2 шт./га), уменьшается количество подроста (0,2 тыс. шт./га), однако численное преобладание молодых экземпляров на границе ареала свидетельствует о потенциальных возможностях вида продвигаться дальше по градиенту лимитирующего фактора. Из-за узкой адаптации к условиям существования в микроугодьях и однообразия экологических условий различия между исследованными группами деревьев по вегетативной и генеративной структуре крон были незначительными. Наблюдалась выраженная периодичность плодоношения. Полноценные семена формировались раз в 10–12 лет, однако в последние годы наметилась тенденция к более частым урожаям. Выраженная периодичность плодоношения обусловила волнообразный характер возобновления.

Семена сосны кедровой сибирской из самой южной точки экологического профиля 58 лет назад были перенесены на 100 км к северу (66°39' с. ш.), за линию полярного круга, и выращены в качестве лесных культур. На данный момент эти деревья вступили в фазу плодоношения, имеют хорошо развитые кроны и довольно крупные приросты ствола. Рентгенографический анализ показал удовлетворительное качество их семян, что свидетельствует о высоком потенциале для дальнейшего воспроизводства. Этот уникальный опыт доказал, что климат за пределами ареала на самом деле не является ограничением не только для роста, но и для репродукции. Современная линия северной границы ареала обусловлена неспособностью кедровки – основного распространителя семян сосны кедровой сибирской – перемещать семена на большие расстояния.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 15-04-03924).*

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СРЕДЫ НА ТЕРМОТОЛЕРАНТНОСТЬ,  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ И ОБЩИЙ СТРЕСС-ОТВЕТ У АМФИПОД  
*GAMMARUS LACUSTRIS SARS*

К. П. Верещагина, Ж. М. Шатилина, Е. С. Задереев, А. Н. Гурков, М. А. Тимофеев

НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск;  
Институт биофизики СО РАН, г. Красноярск

Температура и минерализация среды являются одними из важнейших абиотических факторов для водных беспозвоночных. Целью настоящего исследования было изучение влияния различных режимов минерализации на термотолерантность, энергетический метаболизм и механизмы клеточного стресс-ответа у голарктического вида амфипод *Gammarus lacustris* Sars из двух удаленных популяций. Представители первой популяции обитают в солоноводном оз. Шира (Республика Хакасия), второй – в пресноводной заводи р. Ангары в черте г. Иркутска.

В ходе исследования проводили экспозицию амфипод по двум экспериментальным схемам (постепенное повышение температуры от 6 до 33 °С, и шоковое воздействие температуры 30 °С; в качестве контрольной брали среднегодовую температуру водоемов – 6°С) и фиксировали их выживаемость. Для оценки влияния изменения температуры среды на показатели энергетического метаболизма и общего стресс-ответа определяли изменение активности основных ферментов антиоксидантной системы (пероксидазы, каталазы, глутатион S-трансферазы) и содержание энергетических метаболитов (глюкозы, гликогена, АТФ, АДФ, АМФ и лактата).

В результате исследования было установлено, что амфиподы из пресного водоема более термочувствительны, так как у них наблюдали высокую смертность, как во время постепенного повышения температуры, так и при остром температурном стрессе, по сравнению с представителями из солоноводного оз. Шира.

Показано, что повышение температуры окружающей среды приводит к перестройке процессов энергетического метаболизма у обитателей обоих исследуемых популяций амфипод *G. Lacustris*. У амфипод из термотолерантной популяции солоноводного оз. Шира базовые уровни активности ферментов антиоксидантной системы были значительно выше, чем у представителей пресноводной популяции. У пресноводных амфипод наблюдали низкие базовые уровни глюкозы, снижение показателей аэробного метаболизма, а также неспособность поддерживать стабильный уровень АТФ в организме при воздействии повышенных температур. Полученные результаты отражают взаимосвязь между затратами энергии на осморегуляторные процессы в условиях гипосмотического влияния пресноводной среды и на работу защитных механизмов от температурного стресса. Термочувствительность пресноводной популяции амфипод связана с низкой базовой активностью антиоксидантных ферментов и с неспособностью поддерживать энергетический баланс и подавлять окислительный стресс, по сравнению с амфиподами из солоноводной популяции оз. Шира, в условиях влияния повышенной температуры. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что пресноводная популяция *G.lacustris* может быть более чувствительной к воздействию глобального изменения климата, по сравнению с солоноводной.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ 16-34-60060 мол\_а\_дк, 16-34-00687 мол\_а, 15-29-01003 офи\_м, баз. Часть Госзадания 1354–2014/51, 6.742.2016/ДААД, 6.734.2016/ДААД.

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В БАЛАНСЕ ЭКОСИСТЕМЫ БАЙКАЛА

В. А. Верховина<sup>1</sup>, Е. В. Верховина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [verhval@mail.ru](mailto:verhval@mail.ru), [verhel@crust.irk.ru](mailto:verhel@crust.irk.ru)

До недавнего времени изучение цикла круговорота азота в гидросфере считалось важной, но не имеющей существенного практического значения научной задачей. Интерес к балансу азота возник в связи с возрастающим антропогенным влиянием на водоемы. Особое внимание стало уделяться биологическим измерениям процессов азотфиксации (пополнение экосистемы азотом) и денитрификации (потери азота). Задача выявления роли биогеохимических процессов в балансе азота экосистемы оз. Байкал особенно актуальна. Ранее гидрохимическими исследованиями установлено [1], что в воде оз. Байкал существует довольно устойчивая сезонная цикличность динамики азота, который присутствует в основном в форме нитратов. Аммонийный и нитритный азот можно выявить лишь в зонах литорали (мелководье) или в отдельных точках пелагиали при отмирании фитопланктона. Предполагалось, что годовой сток нитратного азота с водным стоком р. Ангары составляет около  $2,4 \cdot 10^3$  т/год, а потеря азота с планктоном через Ангару (биосток) ничтожно мала [2].

Авторами работы впервые оценены биогеохимические процессы азотфиксации и денитрификации и определена их роль в балансе азота экосистемы оз. Байкал. Выявлено, что потеря азота с планктоном через р. Ангару (биосток) соизмерима с потерей нитратного азота –  $0,42 \cdot 10^3$  и  $0,54 \cdot 10^3$  т/год соответственно. При захоронении в донных осадках озера расходная часть баланса азота составляет  $70 \cdot 10^3$  т/год, т. е. величину на два порядка большую, чем сток нитратного азота. В процессе денитрификации в донных осадках теряется  $134 \cdot 10^3$  т/год азота, в пелагиали озера денитрификация практически не выявлена. Рассчитано, что вклад бактериальных процессов, рассчитанных по средним многолетним данным, значителен. Следует отметить, что баланс азота в озере непостоянен и зависит от времени и климатических изменений [3], таких как урожайные и неурожайные по фитопланктону годы, поскольку фитопланктон выступает основным поставщиком органического вещества в экосистему Байкала. Вклад процессов фиксирования азота бактериопланктоном соизмерим с содержанием растворимых форм азота в озере. Установлено, что процессы азотфиксации и денитрификации играют существенную роль в балансе азота экосистемы оз. Байкал, хотя ранее предполагалось, что они незначительны. Поскольку пелагиаль озера насыщена кислородом до дна, то процессы денитрификации слабые. Освободиться от азота, поступающего в значительных количествах в водоем, экосистема Байкала не может, так как значительное содержание кислорода блокирует ферменты микроорганизмов и процессы денитрификации не могут осуществляться. Эту особенность экосистемы Байкала следует учитывать при поступлении в водоем органического азота в результате антропогенной деятельности: туризм, судоходство, строительство в береговой зоне при отсутствии очистных сооружений.

### Литература.

1. Вотинцев К. К. Гидрохимия оз. Байкал. – М.: Изд-во АН СССР. – 1961. – 311 с.
2. Афанасьев А. Н. Водные ресурсы и водный баланс бассейна оз. Байкал. – Новосибирск: Наука. – 1976. – 239 с.
3. Верховина В. А. Проявление климатической изменчивости в периодичности урожайности планктона оз. Байкал // ДАН. – 2000. – Т. 374, № 2. – С. 252–254.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ФЕРМЕНТОВ ЭНДОНУКЛЕАЗ РЕСТРИКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Е. В. Верхозина

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [verhel@crust.irk.ru](mailto:verhel@crust.irk.ru)

При обширном массиве полученных в результате проведенных исследований данных методы кластерного анализа позволяют выявить причинно-следственные связи, определить силу и направление вариабельности между переменными и считаются одними из перспективных. Обосновывать изменение бактериального сообщества в экосистеме оз. Байкал во времени и пространстве важно для контроля качества воды. По наличию или отсутствию эндонуклеаз рестрикции (ЭР) в выделенных бактериальных штаммах можно оценить современное состояние водоема, а также прогнозировать поиск исследуемых ферментов в заданное время и в различных экологических нишах экосистемы.

Из экосистемы оз. Байкал в районах антропогенного влияния впервые были выделены и идентифицированы новые штаммы-продуценты рестриктаз. В работе проанализированы данные, отобранные в разные месяцы в течение 2001, 2002, 2005, 2007, 2008 и 2009 гг. в различных экологических нишах озера – как районах антропогенного влияния, так и в чистых новых районах. В результате было обнаружено 28 типов различных ЭР.

Выявлено, что частоту встречаемости ферментов ЭР можно разделить на несколько типов:

– редко встречающиеся рестриктазы (обнаруживались лишь в бактерии, выделенной только из одной пробы). К ним относятся: AccI, NcoI, SalI, ScaII, HpaII, Fun4HI, HgiEII, NruI, HgiCI, AvaII, MwoI, CauII;

– ЭР с относительно небольшим распространением (обнаружены в 2–4 пробах): ферменты XhoI, BpuII, EcoRV, BalI, XhoII, EspI, DraII, EcoRII, San96I, BamHI;

– распространенные ЭР (выявлены в 6–13 пробах): HaeIII, ClaI, MboI, PstI.

Следует заметить, что наиболее распространенная рестриктаза MboI была обнаружена 14 пробах, а это составляет 21 % от всего числа исследованных проб.

При анализе полученных в течение одного года данных выявлено, что максимальная численность ЭР отмечена в августе и ноябре и варьирует от 3 до 16 типов. По результатам кластерного анализа бинарного массива данных, характеризующих различные годы, установлено, что численность обнаруживаемых ЭР в течение года колебалась от 3 до 12 типов. Близкими по спектру анализируемых ЭР оказались 2002 и 2009 гг. Наиболее удален по кластерному расстоянию 2005 г. (90 %), по сравнению с остальными наблюдениями. Спектр ЭР, обнаруживаемых в течение этого года, в меньшей степени перекрывался со спектром ЭР, синтезируемых бактериальными сообществами в другие годы. В наибольшей степени выделяется 2008 г., когда было выявлено только 3 типа ЭР.

Таким образом, использование предложенного метода дает возможность обосновывать изменение бактериального сообщества в экосистеме оз. Байкал во времени и пространстве. Применение кластерного анализа по наличию или отсутствию ЭР в выделенных бактериальных штаммах дает возможность оценить современное состояние экосистемы озера, а также прогнозировать влияние антропогенного фактора на экосистему Байкала в различных экологических нишах водоема.

## О НИЗКОМ УРОВНЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ))

В. Н. Веселова, Л. Б. Башалханова, И. А. Башалханов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [veselova@irigs.irk.ru](mailto:veselova@irigs.irk.ru), [ldm@irigs.irk.ru](mailto:ldm@irigs.irk.ru)

Социальная защита населения на современном этапе обеспечивается совокупностью нормативно-правовых документов, опирающихся на ряд ФЗ: «О прожиточном минимуме», «О потребительской корзине в целом по Российской Федерации» и пр. Анализ становления составляющих этой системы показывает, что их наибольшая трансформация произошла в регионах Сибири, особенно в Республике Саха (Якутия).

1. Основным инструментом социальной защиты населения является прожиточный минимум (ПМ). Согласно первым Методическим рекомендациям по расчету ПМ в регионах Российской Федерации (утверждены Минтруда России 10.11.92 г.), республика наравне с другими районами Крайнего Севера вошла в одну зону с наиболее высоким на тот момент белково-жировым составом питания населения. Между тем ее климат отличается повышением суровости в северо-восточном направлении и характеризуется очень сильным, жестким и крайне жестким уровнями дискомфорта [1]. К сожалению, следующий этап реформирования исчисления ПМ стал для жителей республики крайне неблагоприятным. По зонированию продуктовой корзины образовалось две зоны (I и II). Первая зона объединила муниципальные районы с крайне жестким и часть районов с жестким уровнями дискомфорта климата, вторая – часть районов с жестким и очень сильным. В связи с этим в продуктовой корзине населения части центральной и южной Якутии (II зона) резко снизились нормы потребления белков и жиров – основного продукта северных народов. Данная ситуация сохраняется до сих пор.

2. К сожалению, заложенные в 2000-х гг. действия по изменению структуры норм питания сформировали негативную тенденцию, которая продолжает отражаться на здоровье и жизни населения. Так, у жителей республики с 1995 г. по 2014 г. отмечается рост болезней (с диагнозом, установленным впервые в жизни) эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (в 2 раза), органов пищеварения (в 3 раза) [2]. Коэффициент общей смертности к 2014 г., по сравнению с 1990 г., увеличился в 1,3 раза, от болезней органов пищеварения для всего населения – в 1,4 раза, для трудоспособного населения – в 1,8 раза.

3. По данным Росстата за 2005 и 2012 гг. проведена оценка экономического ущерба по методике Роспотребнадзора [3]. Выбор этих лет обусловлен их наиболее контрастными данными по смертности трудоспособного населения республики. По результатам расчетов, цена риска в 2005 г. составила 0,96 млн руб., в 2012 г. – 2,8 млн руб.

Таким образом, низкий уровень социальной защиты населения в суровых природно-климатических условиях выступает фактором риска для жизни и здоровья населения.

### **Литература.**

1. Башалханова Л. Б., Веселова В. Н., Корытный Л. М. Ресурсное измерение социальных условий жизнедеятельности населения Восточной Сибири. – Новосибирск: Акад. Изд-во «Гео», 2012. – 221 с.

2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/) (дата обращения 25.03.2017).

3. Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 24 с.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ГЕОТЕРМИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТА НА ТЕПЛОВЫХ АНОМАЛИЯХ

М. А. Вилор<sup>1</sup>, Н. В. Вилор<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [mvilor@rambler.ru](mailto:mvilor@rambler.ru)<sup>1</sup>, [vilor@igc.irk.ru](mailto:vilor@igc.irk.ru)<sup>2</sup>

С целью измерения температуры на поверхности и в грунте на региональном профиле от Олхинского плато с отдельными приразломными ИК аномалиями до участка с депрессивными интенсивностями поверхностного излучения проведено экспериментальное определение наземной температуры и геотермической ступени в рамках исследования Олхинской аномалии для сравнительного определения теплового потока контрастных точек вблизи разлома и на платформенной депрессии. Пункты измерения:

1) вблизи разлома (1,1 км к югу) на Олхинском плато измерения проведены в районе пещеры «Радостная». Время измерений 5.01.2015 в 13:55;

2) в Кудинской депрессии измерения сделаны в пос. Хомутово. Время измерений 15.01.2015 в 15:30. Время пребывания устойчивого антициклона со среднесуточными температурами, стабилизированными более двух недель.

Измерения проведены ртутным и электрическим щуповым термометрами с точностью 0,5 °С. Расчет теплового потока в контрастных точках профиля ТКС «Олхинское плато – Кудинская депрессия». Расчетная формула:

$$q = \gamma \cdot \lambda, \quad (1)$$

где  $q$  – тепловой поток, Вт/м<sup>2</sup>;  $\gamma$  – термический градиент, К/м;  $\lambda$  – теплопроводность горной породы, Вт/(м•К);  $\gamma = H/(T_{\text{грунт}} - T_{\text{пов}})$ ,  $H$  – глубина, м;  $T$ ,  $K$  – соответственно термодинамическая температура грунта и поверхности.

Соотношение тепловых потоков в доломитах в приразломном пространстве на Олхинском плато и в суглинках Кудинской депрессии:

$$\frac{q_{\text{олх}}}{q_{\text{куд}}} = 5,313. \quad (2)$$

В распределении уходящего инфракрасного потока на температурной кривой регионального профиля по интенсивности выделяются аномалии над разломами в геоструктуре Олхинского плато и на территории г. Иркутска. В качестве фоновых рассматриваются минимальные значения поверхностных  $T_{\text{ярк}}$  в межгорных и Кудинской депрессиях. Олхинское плато в южной части профиля сложено выступом фундамента и плитного комплекса Сибирской платформы, в северной части представлен ее осадочный чехол. Разность  $T_{\text{ярк}}$  между аномалиями и фоном достигает 9–13 К. Степень интенсивности поверхностного ИК-излучения в контрастных точках профиля депрессии в северной части 242 К и на передовом разломе, сбросе Олхинского плато, 253 К, равная 11 К, объясняется различием величин тепловых потоков. По разлому и в пещере на поверхности располагаются горные породы с теплопроводностью значительно большей, чем в грунте Кудинской депрессии. Кроме того, в сравниваемых объектах температуры на одинаковой глубине 10 м ниже поверхности различаются на 6 К, что связано не только с влиянием кондуктивной части теплопереноса  $F_{\text{кон}}$ , но и проявлением его конвективной доли  $F_{\text{конд}}$ . Эффективная величина уходящего поверхностного потока ПТП:

$$F = F_{\text{кон}} + F_{\text{конд}} \quad (3)$$

отражает формирование приразломных аномалий уходящего поверхностного ИК-потока вследствие суммирования эффекта передачи эндогенного тепла путем теплопроводности породного субстрата и за счет конвективного парогазового переноса по системам открытых пор и трещин.

# ВОЛНЫ ТЕПЛА И ХОЛОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ КАК ФАКТОР ДИСКОМФОРТНОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

В. В. Виноградова

Институт географии РАН, г. Москва

Email: [vvvinog@yandex.ru](mailto:vvvinog@yandex.ru)

Продолжающееся глобальное потепление и рост экстремальности климата неоднозначно отражаются на разных сферах жизнедеятельности населения, особенно на его здоровье. Исследования, проводимые во всем мире, показывают, что в настоящее время наблюдается значительный рост экстремальности климата, одно из проявлений которого – увеличение повторяемости и интенсивности волн тепла и холода. Их воздействие на человека, его здоровье и качество жизни, различные отрасли хозяйства и природу трудно переоценить. Целью работы являлся анализ изменений количества интенсивности и продолжительности волн тепла и холода на территории России и оценка этих явлений как фактора дискомфорта природной среды.

Исследование волн тепла на территории России, проведенное для периода современного потепления климата (1981–2010 гг.) и периода до начала потепления (1951–1980 гг.), показало, что увеличение числа дней с аномально жаркой погодой проходило не равномерно, как во времени, так и в пространстве. В конце XX в. рост положительных аномалий температуры отмечался в основном на юге европейской территории России (ЕТР), на юге Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. На севере ЕТР, Западной и Восточной Сибири число таких дней уменьшалось. В начале XXI в. существенный рост количества жарких дней на всей ЕТР во многом связан с летними температурными аномалиями 2001, 2002, 2007 и, особенно, 2010 гг. Увеличилось количество волн тепла продолжительностью более трех дней, а рост температуры в волне тепла составил 4–8 °С. Наиболее существенное увеличение продолжительности волн тепла отмечалось на ЕТР, в Забайкалье и на северо-востоке России. В начале XXI в. (2001–2010 гг.) – на пике потепления – рост средней максимальной температуры в волне тепла усилился, особенно на ЕТР, где он достигал 10–12 °С. Максимальная продолжительность волн тепла увеличилась практически на всей территории России, за исключением Кольского полуострова, Таймыра и юга Западной Сибири. На европейской территории, южнее 60° с. ш., она увеличилась на 10–15 дней, а в Центрально-Чернозёмных областях – на 20 дней.

Предложен универсальный для всей территории России критерий неблагоприятного воздействия волн тепла, который учитывает их интенсивность, продолжительность и максимальную температуру. Показано, что нарастание тепловой нагрузки в период современного потепления климата до абсолютно и экстремально неблагоприятных значений происходило в основном за счет увеличения числа дней с аномалиями максимальной температуры. Эти изменения характерны для районов, расположенных на северо-востоке страны и в европейской части России.

В зимний период на большей части территории России наблюдается уменьшение волн холода и рост минимальных температур с конца 1990-х гг. прошлого века. Но в начале XXI в. эти тенденции ослабевают, а на юге Сибири появляется обширная область, где наблюдается увеличение волн холода и понижение минимальной температуры.

*Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда (проект №16-17-10236).*

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КРУПНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

С. И. Виолин<sup>1</sup>, И. А. Дец<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [sviolin78@gmail.com](mailto:sviolin78@gmail.com), [igordets@ya.ru](mailto:igordets@ya.ru)

Крупные инвестиционные проекты в Байкальском регионе ориентированы в основном на добычу и первичную переработку сырьевых ресурсов. В условиях неблагоприятной ценовой конъюнктуры на основную экспортируемую регионом продукцию снижается рентабельность перспективных инвестиционных проектов. Реализация некоторых проектов, как, например, строительство Тайшетского алюминиевого завода, в настоящее время приостановлена. По тем проектам в указанной сфере, которые все же будут реализованы, можно ожидать снижения затрат на реализацию мероприятий по охране окружающей среды. С экономической точки зрения существующая экономическая специализация Байкальского региона также не способна обеспечить устойчивое наполнение региональных и местных бюджетов, а рост уровня жизни населения, по выражению норвежского экономиста Э. Райнерта [1], позволяет «специализироваться на бедности». В связи с этим, принципиальным элементом стратегии развития региона является государственная поддержка обладающих высоким потенциалом для внедрения инноваций отраслей, таких как машиностроение.

Однако число поддерживаемых государством проектов данного направления в Байкальском регионе невелико, а ухудшение экономической ситуации в стране и сокращение бюджетных ресурсов уменьшают возможности государства участвовать в реализации проектов и оказывать поддержку частному бизнесу. В действующей в настоящее время версии госпрограммы РФ «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона» третья подпрограмма отдельно посвящена Байкальскому региону [2], однако федеральное участие в его развитии сведено к минимуму.

В то же время масштабы производственной деятельности в современной экономике обуславливают возникновение экстерналий, выходящих за пределы региона или даже страны, в которых они появились. Долгосрочные последствия реализации таких проектов на экосистемы региона труднопрогнозируемы и потенциально могут быть необратимыми. Наряду с этим максимальный учет экологических рисков на этапе проектирования может привести к существенному снижению рентабельности проекта вплоть до убыточности, что порождает противоречие между интересами инвестора и населения конкретной территории. Решение о целесообразности реализации проекта с существенными негативными экстерналиями, таким образом, не всегда может быть принято только на основании учета доходов и издержек.

Байкальский регион – уникальная территория с точки зрения требований, предъявляемых к ведению хозяйственной деятельности для сохранения сложившейся экосистемы. В связи с этим регион может стать площадкой для создания и отработки «зеленых» технологий, учитывая тот факт, что технологии, которые могут применяться в условиях Байкальской природной территории, могут также использоваться и на других территориях, чувствительных к видам осуществляемой деятельности.

## **Литература.**

1. Райнерт Э. С. Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными / Пер. с англ. Н. Автономовой; под ред. В. Автономова; 4-е изд. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. – С. 30.

2. Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона» [Электронный ресурс]. – <http://minvr.ru/activities/theprogram/index.php/> (дата обращения 18.10.2016)

## ПОТОКИ ОСАДОЧНОГО ВЕЩЕСТВА В ЮЖНОМ БАЙКАЛЕ

Е. Г. Вологина<sup>1</sup>, М. Штурм<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Швейцарский федеральный институт науки и технологии окружающей среды,  
Дюбендорф, Швейцария

E-mail: [vologina@crust.irk.ru](mailto:vologina@crust.irk.ru), [Michael.Sturm@emeriti.eawag.ch](mailto:Michael.Sturm@emeriti.eawag.ch)

На сегодняшний день накоплен достаточно большой опыт изучения потоков осадочного вещества, отобранного с помощью седиментационных ловушек, как в оз. Байкал [1, 2 и др.], так и в других водных бассейнах [3 и др.]. Необходимость таких работ на Байкале связана с мониторингом состояния озера в условиях современного потепления климата на планете. Кроме того, исследования современной седиментации важны для понимания процессов осадконакопления в прошлые эпохи.

Отбор осадочного вещества осуществлялся с помощью двухстаканных (интегральных) и автоматизированных седиментационных ловушек, которые были установлены на буйковой станции в точке с координатами 51°46.076' с. ш. 104°24.948' в. д. (Южная котловина Байкала, глубина озера – 1366 м).

Комплексный анализ осадочного вещества, отобранного в течение двух лет (с 11 марта 1999 г. по 6 марта 2000 г. и с 8 марта 2000 г. по 8 марта 2001 г.) позволяет сделать основные выводы.

1. Максимальные значения общего потока осадочного вещества в двухстаканных ловушках отмечались в период с 8 марта 2000 по 8 марта 2001 г. и составляли в среднем 161 г/м<sup>2</sup>/год. С 11 марта 1999 г. по 6 марта 2000 г. эта величина в среднем была равна 121 г/м<sup>2</sup>/год.

2. Осадочный материал представлен главным образом биогенным кремнеземом (от 47 до 56 % в период с 8 марта 2000 по 8 марта 2001 г.), органический углерод и общий азот не превышают 16 и 1 % соответственно.

3. Общий поток осадочного вещества в седиментационных ловушках определяется прежде всего потоком SiO<sub>2</sub>биог., на C<sub>орг.</sub> И N<sub>общ.</sub> Приходится незначительная доля. При этом величины потоков прямо пропорциональны между собой.

4. Высокие значения общего потока осадочного вещества и потоков биогенных элементов в 2000 г. (период исследования – с 8 марта 2000 по 8 марта 2001 г.) связаны с тем, что этот год был «мелозирным».

5. Результаты, полученные для автоматизированных ловушек, свидетельствуют о наличии максимального потока осадочного вещества в верхней ловушке (глубина 510 м) весной и летом 2000 г., когда происходило массовое цветение диатомовых водорослей рода *Aulacoseira*.

### Литература.

1. Грачёв М. А., Лихошвай Е. В., Колман С. М., Кузьмина А. Е. Измерение потока седиментации диатомей в оз. Байкал с помощью автоматических ловушек // ДАН. – 1996. – Т. 350 (1). – С. 87–91.

2. Muller B., Maerki M., Schmid M., Vologina E.G., Wehrli B., Wuest A., Sturm M. Internal carbon and nutrient cycling in Lake Baikal: Sedimentation, upwelling and early diagenesis // Global and Planetary Change. – 2005. – Vol. 46. – P. 101–124.

3. Лисицын А. П., Новигатский А. Н., Шевченко В. П., Ключиткин А. А., Кравчишина М. Д., Филиппов А. С., Политова Н. В. Рассеянные формы осадочного вещества и их потоки в океанах и морях на примере Белого моря (результаты 12 лет исследований) // ДАН. – 2014. – Т. 456 (3). – С. 355–359.

# ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ПО БАЗЕ ДАННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Н. Воробьев

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [Vorobiev26@gmail.com](mailto:Vorobiev26@gmail.com)

Разработана база данных для создания серии карт пространственно-временной динамики населения Иркутской области. Карты, построенные на основе базы данных, позиционно точны, адекватно отражают характер расселения людей, доступны для пользователей, сочетаются с другими картами.

Составление баз данных и электронных карт позволяет оперативно решать рутинные проблемы поиска, сбора, хранения, обработки, визуализации, анализа и оценки пространственно-временной информации о населении и концентрировать силы на интерпретации полученных результатов. Реляционные базы данных – наиболее популярная структура для хранения данных, поскольку сочетают наглядность в виде таблицы с относительной простотой манипулирования. Каждая горизонтальная строка таблицы представляет отдельную сущность – один населенный пункт, она же представлена на карте отдельным графическим объектом. Все N строк таблицы вместе представляют все N населенных пунктов. Столбцы (поля) таблицы соответствуют атрибутам объектов. Все значения, содержащиеся в одном и том же столбце, являются данными одного типа.

Для анализа пространственно-временной динамики населения на территории Иркутской области разработана база данных, в которой набор поименованных столбцов (полей) насчитывает 28 атрибутов. База данных построена по 1600 населенным пунктам, находящимся на территории Иркутской области.

Наиболее востребованные тематики карт, построенных на основе базы данных, – это людность и типы населенных пунктов, размещение населения, плотность населения, заселенность и освоенность территории, транспортная доступность, динамика населения.

Выводы на основе исследования:

- геоинформационное картографирование населения учитывает опыт предшествующего картографирования населения, отличается автоматизацией, интерактивностью, многовариантностью, оперативностью;

- база данных для серии карт динамики населения соответствует ряду требований: данные относятся к нескольким последовательным моментам времени; достаточной подробности; позиционной точности, совместимости с другими данными; адекватному отражению характера явлений; доступности для пользователей;

- карты населения, построенные на основе базы данных, отражают реальное расселение на фоне социально-экономических и экологических условий и позволяют отойти от статистических картограмм, привязанных к границам административно-территориального деления;

- перспективы картографирования населения видятся в нескольких взаимосвязанных направлениях: создании географически построенных банков данных; совершенствовании методов картографирования, в том числе использовании материалов космической съемки; расширении тематики карт в аспектах качества жизнедеятельности населения; сопряжения карт населения с иными тематическими картами.

# КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Н. В. Воробьев

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [vorobyev@irigs.irk.ru](mailto:vorobyev@irigs.irk.ru)

Наличие множества уникальных сочетаний местных ландшафтно-экологических и социально-экономических условий жизнедеятельности населения Байкальского региона обуславливает разнообразие ситуаций в возможностях реализации трудового потенциала, качестве жизни населения и миграционных процессах в локальных сообществах людей. В наших предшествующих исследованиях рассматривались социально-демографические проблемы Азиатской России [1], миграция населения Сибири [2], характер расселения и динамика населения Прибайкалья [3] экономические особенности качества жизни в Байкальском регионе [4].

В настоящей работе мы остановимся на территориальных особенностях качества жизни и миграции населения. Цель исследования – изучение взаимосвязей миграции населения, особенностей его расселения и качества жизни в экологической среде Байкальского региона.

Особенности качества жизни населения региона складываются под влиянием природно-географических особенностей, ресурсного типа развития региона и существенных ограничений природопользования на особо охраняемой территории в бассейне оз. Байкал. Экономическая база региона благодаря разнообразию видов экономической деятельности воздействует на качество жизни людей непосредственно через доходы населения, которые сильно дифференцированы по территории – четырехкратно различаются между муниципальными образованиями (районами, городскими округами).

Долгосрочная эволюция, среднесрочная изменчивость и краткосрочная динамика миграционных процессов являются отражением изменений системы факторов миграции. Во всех трех субъектах Федерации имеются миграционные потери населения, северные территории имеют постоянное отрицательное сальдо миграции, везде идет миграционная концентрация населения в региональных центрах. Дифференциация миграционной ситуации на разных таксономических уровнях (региональном и локальном) позволяет выделить разнообразные типологические и территориальные группы.

Результаты исследования современной миграционной ситуации и качества жизни населения могут быть применены для обоснования региональной политики, направленной на развитие отдельных муниципальных образований Байкальского региона.

## **Литература.**

1. Воробьев В. В., Мисевич К. Н., Воробьев Н. В. Социально-демографические проблемы в регионах Азиатской России. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2000. – 30 с.
2. Воробьев Н. В. Географическая оценка миграции населения Сибири в условиях вызовов XXI века // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 2 (13). – С. 455–459.
3. Воробьев Н. В., Емельянова Н. В., Воробьев А. Н., Валеева О. В. Расселение и динамика населения центральной экологической зоны Байкальской природной территории // География и природ. ресурсы. – 2016. – № S5. – С. 168–178.
4. Воробьев Н. В., Заборцева Т. И., Лещенко Я. А., Валеева О. В. Социально-экономические особенности формирования качества жизни в Байкальском регионе // География и природ. ресурсы. – 2016. – № S6. – С. 108–112.

## ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

И. Б. Воробьева, Н. В. Власова, С. А. Макаров, О. В. Гагаринова,  
А. П. Софронов, М. С. Янчук

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

Email: [irene@irigs.irk.ru](mailto:irene@irigs.irk.ru)

В настоящее время побережье оз. Байкал становится все более привлекательным местом для развития туристической деятельности и одновременно с этим остается одной из наиболее проблемных территорий с точки зрения экологических требований и ограничений. Угрозу экологической безопасности озера представляет хозяйственная и туристско-рекреационная деятельность с большим количеством участков массового туризма и отдыха, с постоянно растущим потоком туристов, что приводит к ухудшению экологического состояния побережья. В связи с этим требуется анализ и оценка уровня загрязнения участков, но особенно важен прогноз изменений природно-антропогенных комплексов на этих «полигонах», подверженных наиболее сильным антропогенным нагрузкам: пгт Листвянка, дельта р. Голоустной, побережье Малого Моря.

Листвянка является характерным примером населенного пункта, расположенного на берегу оз. Байкал, где интенсивно идет строительство частных домов, гостиниц и сетей специализированных кемпингов для туристов, бытовые стоки которых не утилизируются, не очищаются либо очищаются недостаточно и поступают в оз. Байкал. Населенный пункт Большое Голоустное также выступает типичным примером поселения, где активно развивается туристическая сфера. Его отличительная черта это наличие особого природного образования – дельты р. Голоустной с реликтовыми тополями и многочисленными рукавами. Малое Море – традиционно посещаемое место на побережье оз. Байкал как в летний, так и в зимний период. В последнее время здесь активно развивается зимний туризм, увеличивается число отелей, гостевых домов, кемпингов. Все это обусловило научный интерес к экологическим вопросам проблемных территорий.

Экспериментальные исследования природной среды пгт Листвянка (первый «полигон») выявили изменения в ландшафтах, в почвенном и растительном покрове. Обнаружено, что почвенный покров испытывает негативное воздействие от развития туризма и рекреационной активности, что приводит к его деградации. Выявлено, что содержание микроэлементов в почвенном покрове свидетельствует о тенденции накопления их в верхних слоях почвы. Самые высокие концентрации микроэлементов (Pb, Ni, Co, Cu, Cr) приурочены к придорожным экосистемам и селитебной зоне. Растительный покров имеет четкое распределение по видам, общими для всех являются повышенные концентрации таких микроэлементов, как Ba, Mn, Ni, Cu, V, Cr. Выявлено, что осадки, поступающие в зимний период на территорию поселка, характеризуются слабокислой реакцией среды (pH), содержат незначительное количество твердых примесей (в среднем 0,029 г/дм<sup>3</sup>), также обнаружены ионы NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> и PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> как в поселке, так и на акватории озера. Наиболее высокое содержание твердого вещества отмечается на вершинах падей и за пределами населенного пункта.

Проведенные экспериментальные исследования территории поселка и его окружения позволили получить новые данные по характеристике состояния ландшафтов, почвенного, растительного и снежного покрова, миграционных потоков в системе почва – растение, анализу талых снеговых и поверхностных вод, которые будут использованы в создании информационной базы для построения ландшафтной карты поселка и его окружения.

## ПОТЕНЦИАЛ ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЙ ДЛЯ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ В СИБИРИ

В. И. Воронин<sup>1</sup>, К. Г. Леви<sup>2</sup>, Г. М. Ружников<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск;

<sup>3</sup>Институт динамики систем и теории управления СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [bioin@sisfibr.irk.ru](mailto:bioin@sisfibr.irk.ru), [levi@crust.irk.ru](mailto:levi@crust.irk.ru), [ruginikov@icc.ru](mailto:ruginikov@icc.ru)

Древесно-кольцевые хронологии представляют собой уникальную запись природных и климатических событий с годичным разрешением. С использованием такого прецизионного палеоклиматического инструмента впервые для Азиатской Субарктики уже выполнены климатические и палеоэкологические реконструкции большей части голоцена, которые имеют гораздо более высокое разрешение по сравнению с реконструкциями, полученными традиционными методами, и абсолютную точность датировок. Для этого региона созданы две сверхдлинные древесно-кольцевые хронологии: Ямальская, длительностью более 7000 лет, и Таймырская, длительностью почти 2500 лет [1]. На основе этих древесно-кольцевых хронологий уже выполнен ряд палеоклиматических реконструкций, позволивших оценить роль современного потепления и сделать предположение о начале нового периода голоцена. Для континентальной части Восточной Сибири созданы Индигирская хронология, протяженностью более 2500 тыс. лет, и Муйская (свыше 1500 лет) [2]. Последняя была создана в рамках проекта РФФИ. Такую же протяженность имеет древесно-кольцевая хронология для Восточного Саяна [3]. В Алтайском регионе создано несколько сверхдлинных хронологий, самая протяженная из которых превышает 2300 лет [4]. Применение дендрохронологического анализа деревьев позволяет выделять временные периоды активизации экзогенных процессов, связанных с деградацией многолетней мерзлоты, сейсмические и тектонические события, уровенные режимы озер [3, 5].

*Исследование выполняется в рамках интеграционной программы ИНЦ СО РАН «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей» (0341-2016-0001).*

### Литература.

1. Воронин В. И., Хантемиров Р. М., Наурзбаев М. М. Сверхдлинные сибирские древесно-кольцевые хронологии – надежные архивы палеоклиматических реконструкций // Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф.– Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2014. – С. 409–415.

2. Воронин В. И., Осколков В. А., Буянтуев В. А. Дендрохронология Северного Прибайкалья // Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. 21-22 мая 2015 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2015. – С. 201–203.

3. Arzhannikov S. G., Ivanov A. V., Arzhannikova A. V., Demonterova E. I., Jolivet M., Buyantuev V. A., Oskolkov V. A., Voronin V. I. The most recent (682-792 A.D.) volcanic eruption in the Jombolok lava field, East Sayan, Central Asia triggered exodus of Mongolian pre-Chinggis Khaan tribes (778-786 A.D.). // Journal of Asian Earth Sciences. – 2016. – 125. – P. 87–99.

4. Мыглан В. С., Ойдупаа О. Ч., Ваганов Е. А. Построение 2367-летней древесно-кольцевой хронологии для Алтае-Саянского региона (горный массив Монгун-Тайга) // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2012. – № 3. – С. 76–83.

5. Гелиогеодинамика. Природные аспекты глобальных солнечных минимумов: монография в 3 т. Т. 2 кн. 1 / К. Г. Леви, В. И. Воронин, А. И. Мирошниченко, Е. А. Козырева, А. К. Александрова. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2017. – 547 с.

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ ПРИТОКОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

О. В. Гагаринова, И. А. Белозерцева, Н. В. Власова, И. Б. Воробьева,  
Е. А. Ильичева, М. В. Павлов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [whydro@irigs.irk.ru](mailto:whydro@irigs.irk.ru)

Комплексные исследования современного состояния устьевых областей притоков и прилегающих территорий побережья оз. Байкал выявили определенные тенденции развития природных компонентов.

Анализ ретроспективных материалов и современные гидролого-геоморфологические исследования показали, что основными факторами переформирования субаэральной поверхности дельты р. Селенги являются эрозионно-аккумулятивные процессы, обусловленные изменениями стока воды и наносов, а также колебаниями уровня оз. Байкал. Результаты исследований свидетельствуют о тенденциях роста эрозионного вреза русловых проток, увеличении мощности аллювиальных отложений в отдельных сегментах дельты, увеличении общего падения дельтовой поверхности к оз. Байкал за последние 50–60 лет.

Перестройки русловой сети и режим периодического повышенного увлажнения способствуют формированию специфических типов почв и ландшафтов в дельте. При этом на фоне процессов ландшафтообразования отмечаются тенденции деградации и загрязнения почв и природных вод, что характерно как для дельты р. Селенги, так и для других районов побережья оз. Байкал. Миграции и аккумуляции загрязняющих веществ в водной и почвенной среде, выявленные по результатам геоэкологических исследований, свидетельствуют о тенденциях изменения естественного состояния и формирования антропогенно-измененного природного фона устьевых областей. На территориях, прилегающих к побережью и устьевым областям притоков средней и южной котловин озера, обнаружены участки, отличающиеся повышенным содержанием загрязняющих веществ в почвах, поверхностных и подземных водах, по сравнению с окружающим пространством. Факторами образования локальных экологически неблагоприятных территорий выступают антропогенные нагрузки, сформированные влиянием рекреационных и селитебных зон южного и среднего Байкала и усиленные фактором атмосферного переноса поллютантов.

Гидрохимические исследования притоков среднего и южного Байкала выявили содержание в воде химических элементов, характеризующих хозяйственно-бытовое загрязнение в результате организованного и рассредоточенного поступления сточных вод.

Обобщение материалов наблюдений и анализ пространственно-временных особенностей функционирования природных комплексов устьевых зон позволяют определить специфику современной динамики и рассматривать возможность прогнозирования их развития в соответствии с региональными природными и хозяйственными условиями.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (16-05-00286).*

# ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

О. В. Гагаринова, Т. И. Заборцева

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [whydro@irigs.irk.ru](mailto:whydro@irigs.irk.ru), [zabti@irigs.irk.ru](mailto:zabti@irigs.irk.ru)

Социально-экономическое развитие центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) определяется не только ее природно-ресурсным потенциалом, но и институциональными факторами, в т. ч. правовой возможностью организации хозяйственной деятельности в условиях экологических ограничений. Сочетание правовых ограничений территориального развития, регламентируемого эклектичным правоустанавливающим полем – рамками статуса объекта природного всемирного наследия, особо охраняемых природных территорий, оодоохраной зоны оз. Байкал, ЦЭЗ БПТ, создает сложную ситуацию в сфере природопользования и осуществления многих видов деятельности в бассейне озера.

ЦЭЗ БПТ занимает относительно выгодное экономико-географическое положение, располагаясь в южной экономически освоенной части Восточной Сибири. Однако по причине сложностей в освоении ресурсного потенциала на территории наблюдается тенденция снижения экономической активности и инвестиционной привлекательности. Положительная динамика в ЦЭЗ характерна для туристической отрасли, где прогнозируется дальнейший интенсивный рост туристических потоков, развитие различных форм индустрии гостеприимства и санаторно-курортной деятельности.

Исследования ЦЭЗ, проводимые в рамках ФЦП «Охрана оз. Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы», выявили основные проблемы экологического природопользования и социально-экономического развития территории. Отмечены наиболее острые эколого-экономические конфликты, сопровождаемые значительными антропогенными нагрузками.

1. Низкая степень утилизации промышленных и бытовых отходов в условиях недостатка специализированных предприятий и несоблюдения субъектами экологических нормативов в данной области.

2. Экспансия побережья озера мелкими, слабо адаптированными к условиям экологического природопользования объектами, в т. ч. туристическими с сезонным типом обслуживания, низким уровнем развития рекреационных услуг и осуществления природоохранных мероприятий.

3. Концентрация объектов промышленной, сельскохозяйственной и коммунальной инфраструктуры на прибрежных территориях оз. Байкал и в долинах его притоков, что способствует спонтанному загрязнению водных объектов, их водосборных площадей и акватории озера.

4. Транспортную инфраструктуру характеризует сеть автодорог без твердого покрытия, что не соответствует требованиям Водного кодекса РФ. Антропогенное воздействие на экосистему территории усугубляется.

По результатам исследований сформулированы предложения по содержанию, порядку разработки, утверждения и ведения комплексной схемы охраны и использования природных ресурсов ЦЭЗ БПТ. Первоочередным шагом к решению социально-экономических и экологических проблем ЦЭЗ БПТ выступает соблюдение законодательства в земельной и природоохранной сферах.

# СРАВНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ БИОЛОГИЗАЦИИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА

Р. Ф. Галеев, О. Н. Шашкова

Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН,  
пгт Краснообск, Новосибирская область  
E-mail: [onklin@mail.ru](mailto:onklin@mail.ru)

Биологизация и экологизация земледелия предполагает замену минеральных удобрений на биологическую фиксацию азота бобовыми культурами, усвоение ими труднодоступных соединений фосфора из почвы, а также возделывание сельскохозяйственных культур в плодосменных севооборотах. Большой научный и практический интерес представляет сравнение влияния систематического применения минеральных удобрений в севообороте с действием факторов биологизации бобовых культур без применения минеральных удобрений.

Исследования проведены в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Изучались приемы улучшения плодосменного кормового севооборота, все поля которого были засеяны злаковыми культурами (злаковый севооборот – контроль): овес с подсевом костреца безостого, три поля костреца безостого, ячмень, кукуруза. Приемы улучшения: система внесения минеральных удобрений и подсев бобового компонента в каждое поле злакового севооборота. Система удобрения: под однолетние травы, зернофуражные и силосные культуры удобрения ( $N_{60}P_{20}$ ) вносили весной под предпосевную культивацию. Азотные удобрения ( $N_{60}$ ) вносили в посеvy костреца безостого весной через 10–15 дней после начала отрастания. Фосфорные удобрения ( $P_{80}$ ) вносили осенью после уборки кукурузы под основную обработку почвы на четыре года жизни костреца безостого. Подсев бобового компонента в каждое поле злакового севооборота проводили с учетом ранее проведенных исследований: овес + вика с подсевом костреца безостого и люцерны, три поля костреца безостого с люцерной, ячмень + горох и кукуруза + бобы кормовые (злаково-бобовый севооборот).

Цель исследований – изучение влияния систематического применения минеральных удобрений и подсева бобовых культур к злаковым без использования минеральных удобрений на показатели продуктивности кормового севооборота.

За 2011–2016 гг. оба приема достоверно повысили сбор сухой массы с 1 га севооборотной площади и оказали количественно близкий эффект. Система минеральных удобрений повысила урожайность с 3,10 т/га на контроле до 4,47 т/га, подсев бобового компонента – до 4,44 т/га. Злаково-бобовый (3,56 т/га) и злаковый удобренный (3,53 т/га) севообороты показали достоверное превышение по сбору кормовых единиц в сравнении с контрольным севооборотом (2,19 т/га). По влиянию на сбор переваримого протеина и на обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином злаково-бобовый севооборот (0,40 т/га и 114 г) достоверно превысил не только контрольный (0,15 т/га и 75 г), но и удобренный (0,33 т/га и 96 г) севооборот. Самыми отзывчивыми культурами севооборота на подсев бобового компонента оказались многолетние травы 2-го и 3-го годов пользования, урожайность сухой массы возросла практически в два раза и более.

Таким образом, в плодосменном севообороте при подсева бобового компонента можно без применения минеральных удобрений значительно увеличить его продуктивность и качество кормовой массы.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАНА И СЕРОВОДОРОДА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Д. Н. Гарькуша<sup>1</sup>, Ю. А. Фёдоров<sup>1</sup>, Н. С. Тамбиева<sup>2</sup>, Ю. А. Андреев<sup>2</sup>, О. А. Михайленко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт наук о Земле Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону;

<sup>2</sup>Гидрохимический институт, г. Ростов-на-Дону

E-mail: [gardim1@yandex.ru](mailto:gardim1@yandex.ru)

В сентябре 2014 и 2015 гг. в различных районах оз. Байкал отобраны пробы донных отложений (д. о.) для определения концентраций метана (CH<sub>4</sub>) и сульфидной серы (ΣH<sub>2</sub>S). Помимо CH<sub>4</sub> и ΣH<sub>2</sub>S, проведено определение C<sub>орг</sub> и гранулометрического состава д. о. для выявления их роли в пространственном распределении искомым показателей. Донные отложения (верхний горизонт до 6–7 см) отбирали с борта научно-исследовательского судна “Персей” (ФГБУ «Иркутское УГМС») на глубинах от 14 до 250 м. Отбор проб и последующее определение CH<sub>4</sub> и ΣH<sub>2</sub>S проводили по [РД 52.24.511-2013; РД 52.24.525-2011].

В период исследований концентрация CH<sub>4</sub> и ΣH<sub>2</sub>S в отложениях озера варьировалась в пределах от < 0,01 до 3,69 мкг/г сухого осадка и от 0,002 до 0,830 мг/г сухого осадка соответственно. Максимальные концентрации CH<sub>4</sub> и ΣH<sub>2</sub>S были характерны для северного района, куда впадают воды рек Верхняя Ангара, Кичера и отдельных станций профиля, проложенного вдоль устьевой зоны Селенги, а также станций, расположенных в зоне подводного выпуска сточных вод г. Байкальска и БЦБК, закрытого в 2013 г. Ингибирующее влияние процесса сульфатредукции на образование CH<sub>4</sub> в изученном верхнем слое д. о. оз. Байкал не установлено. Распределение концентраций CH<sub>4</sub> и ΣH<sub>2</sub>S, свидетельствует об интенсивных процессах сульфатредукции на тех же станциях, где фиксируются и наиболее высокие концентрации CH<sub>4</sub>, что выражается в тесной прямолинейной связи между данными показателями. Это указывает на сопряженные процессы их генерации, особенно интенсивной на участках постоянного антропогенного давления, каковыми являются районы впадения некоторых рек и зона подводного сброса сточных вод закрытого БЦБК. На таких участках происходит накопление повышенного количества органического вещества (ОВ), а также сульфатов, что нивелирует конкурентные взаимоотношения между сульфатредукторами и метаногенами за обладание питательными субстратами. Установлены тесные зависимости, характеризующиеся возрастанием концентраций изученных восстановленных газов при увеличении процентного содержания тонкозернистых фракций. В этом же направлении увеличивается и количество ОВ, которое, наряду с содержанием растворенного O<sub>2</sub> в придонном слое воды, обычно является основным фактором, лимитирующим скорости метаногенеза и сульфатредукции в донных отложениях [1, 2], что подтверждается тесными прямолинейными зависимостями между C<sub>орг</sub>, CH<sub>4</sub> и ΣH<sub>2</sub>S. Таким образом, существование повышенных или пониженных концентраций CH<sub>4</sub> и ΣH<sub>2</sub>S в изученных д. о. оз. Байкал обусловлено, наряду с различиями в мощности антропогенного влияния, изменчивостью условий осадконакопления, определяющих гранулометрический состав и содержание ОВ, и, как следствие, интенсивность метаногенеза и сульфатредукции.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Южного федерального университета (№ ВнГр-07/2017-24).*

### **Литература.**

1. Гарькуша Д. Н., Федоров Ю. А. Метан в устьевой области реки Дон. – Ростов-на-Дону; М.: ЗАО “Ростиздат”, 2010. – 181 с.

2. Федоров Ю. А., Тамбиева Н. С., Гарькуша Д. Н. и др. Метан в водных экосистемах. 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону; М.: ЗАО “Ростиздат”, 2007. – С. 179–230.

## МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА ВОДЫ И ТЕПЛА КРУПНЕЙШИХ АРКТИЧЕСКИХ РЕК РОССИИ

А. Г. Георгиади, Е. А. Кашутина, И. П. Милюкова

Институт географии РАН, г. Москва  
Email: [georgiadi@igras.ru](mailto:georgiadi@igras.ru)

На основе выполненного с использованием разностно-интегральных кривых анализа многолетних рядов восстановленного (за вычетом антропогенного влияния) годового и сезонного стока воды и стока тепла, охватывающих период с 1930-х гг. до начала XXI в., на крупнейших арктических реках России (Оби, Енисее и Лене) были выявлены две долговременные фазы их изменений.

Фаза снижения стока воды и тепла началась с 1930–1940-х, а сменившая ее фаза повышения – с 1970–1990-х гг. Она продолжается до последних лет. Временная граница смены фаз заметно варьирует. Их продолжительность изменяется от 20 до 50 лет. Наибольших различий сток воды и тепла в течение фаз его повышения и снижения достигает на Енисее. Влияние антропогенных факторов (в основном эксплуатация водохранилищ) сказывается на смещении на более ранние годы временной границы перехода фазы снижения зимнего стока воды к фазе его повышения. Оно особенно заметно на Енисее (составляет более десяти лет), но слабо проявляется на Лене и Оби. Антропогенные факторы существенно изменяют сток воды зимы в фазу его повышения и, как правило, слабо сказываются на стоке во время фаз его снижения.

Долговременные фазы снижения и повышения условно-естественного стока воды и тепла (и температуры воды) арктических рек России характеризуются тесной временной сопряженностью с изменениями температуры воздуха и макромасштабной атмосферной циркуляции, выраженной рядом известных индексов (повторяемости западной формы атмосферной циркуляции Г. Я. Вангейгема (W), северо-атлантического (NAO) и арктического (AO) колебания, определенных для зимнего сезона, который играет главную роль в формировании годового стока рассматриваемых рек). Продолжительный рост или снижение этих индексов, происходящие достаточно синхронно, отражают фазы усиления и ослабления интенсивности зонального переноса, что оказывает заметное влияние на сток воды и тепла. Так, фаза снижения индексов, начавшаяся с 1920–1930-х гг., совпадает с фазами похолодания климата и снижения стока воды и тепла рассматриваемых рек, а фаза их роста, наступившая в 1970–1990-е гг., сопряжена с современной фазой потепления климата, что сопровождается повышением стока воды и тепла.

*Исследования выполнены в рамках Программы Президиума РАН «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации» и поддержаны РФФИ (17-05-00948).*

## ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НА ПЛОЩАДИ БАЙКАЛО-МОНГОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Д. П. Гладкочуб, К. Ж. Семинский, К. Г. Леви, Е. А. Козырева

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [dima@crust.irk.ru](mailto:dima@crust.irk.ru)

Байкало-Монгольский регион отличается широким разнообразием геологических и природно-климатических условий, определяющих спектр опасных геологических процессов и явлений, главные из которых – землетрясения, морозное и температурное выветривание, криогенез, газовые эманации, процессы гравитационного типа (осыпи, обвалы, оползни), в том числе связанные с временными водотоками (сели, эрозионные потоки, паводки). Регион находится под интенсивным антропогенным воздействием (эксплуатация каскада ангарских водохранилищ, добыча полезных ископаемых, их переработка и транспортировка), что приводит к периодической активизации перечисленных процессов, а также формированию их техногенных аналогов.

Целью многолетних исследований является оценка геоэкологических рисков, связанных с опасными геологическими процессами в Байкало-Монгольском регионе, посредством установления их источников и специфики проявления, определения степени опасности и возможного ущерба от ситуаций чрезвычайного и катастрофического характера.

Для достижения поставленной цели проведено комплексное исследование отдельных процессов на разных уровнях иерархии и с различной степенью детальности. Так, работы по изучению землетрясений в Байкало-Монгольском регионе позволили установить общие закономерности сейсмического процесса, выделить сейсмогенные зоны и оценить их энергетический потенциал, осуществить долго- и среднесрочный прогноз землетрясений в Прибайкалье, отработать принципы и выполнить сейсмическое микрорайонирование для крупных городов и населенных пунктов, разработать рекомендации для повышения устойчивости жилищного фонда и промышленных объектов при сейсмических воздействиях. Для гравитационных процессов выявлены ореолы и циклы их повторяемости в условиях Восточной Сибири, построены карты селевой и паводковой опасности Южного Прибайкалья, предложены принципиальные методы защитных мероприятий для локальных территорий и поселений. Для Улаанбааторской агломерации установлено наличие активного эрозионного русла для элементарных водосборных бассейнов, выявлен конкретный вид зависимости формирования паводков и развития линейной или плоскостной эрозии от количества и неравномерности распределения ливневого стока. В рамках изучения морозного выветривания показана роль системных температурных наблюдений для определения сценариев трансформации геологической среды в условиях криолитозоны. В плане радоноопасности определены типы и интенсивность аномалий, приуроченных к зонам повышенной геодинамической активности.

Перспективы исследований связаны с созданием системы полигонов для комплексных наблюдений за опасными геологическими процессами, что станет фактологической базой для разработки научно обоснованных подходов к оценке геоэкологических рисков и прогнозу чрезвычайных ситуаций в Байкало-Монгольском регионе. В настоящее время для достижения поставленных целей активно используются возможности, предоставляемые в рамках инициативных, международных и региональных конкурсов РФФИ.

## БИОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ СТРЕССОВОГО СОСТОЯНИЯ *LUBOMURSKIA BAICALENSIS*

О. Ю. Глызина<sup>1</sup>, Т. Н. Аvezова<sup>1</sup>, А. А. Никонова<sup>1</sup>, О. В. Медвежонкова<sup>1</sup>,  
С. В. Базарсадуева<sup>2</sup>, Л. Д. Раднаева<sup>2</sup>, В. Б. Ицкович<sup>1</sup>, О. А. Тимошкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ

E-mail: [glizin@mail.ru](mailto:glizin@mail.ru)

Наблюдаемые в настоящее время процессы – массовое заболевание и гибель эндемичных байкальских губок (активных сидячих фильтраторов воды) – обсуждается множеством научных коллективов. Но надо учитывать, что внешние изменения губок есть лишь отражение более ранних внутренних биохимических перестроек. Поэтому контроль на биохимическом уровне позволяет на более ранних стадиях выявить наметившиеся в жизненном состоянии организмов изменения.

Так, например, жирные кислоты (ЖК) самих губок значительно отличаются от липидов других гидробионтов, прежде всего присутствием «демоспонгиевых» кислот, а белки теплового шока 70 (БТШ70), играющие первостепенную роль в регуляции клеточного цикла, и являются защитным механизмом от апоптоза.

Байкальские губки как сложные симбиотические сообщества, живущие в узкотемпературном оптимуме, до сих пор мало изучены. Судя по анализу публикаций, детальных биохимических исследований байкальских губок в последнее время не проводилось, хотя получение этих данных позволило бы на качественно новом уровне определить нарушения взаимодействия внутриклеточных симбионтов губки.

Целью нашей работы было выявление зависимости качественного и количественного состава липидов и БТШ70 от изменения среды обитания как у природных образцов внешне здоровой эндемичной *Lubomirskia baicalensis*, так и установление зависимости этих показателей у губки, содержащейся в условиях эксперимента.

В данной работе рассматривается контроль состояния организмов на уровне таких биохимических показателей, как длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) и БТШ70. В результате проведенных биохимических анализов внешне здоровых природных образцов губок, собранных в 2002–2015 гг., было определено, что у *L. Baicalensis* происходят изменения соотношения ПНЖК, в том числе демоспонгиевых кислот, и изменения количества БТШ70, выделяемых непосредственно губкой. В образцах *L. Baicalensis*, содержащихся в искусственных условиях в температурном диапазоне от 4 до 16 °С, происходило изменение уровня демоспонгиевых кислот и БТШ70 в зависимости от повышения температуры.

Выявлено, что в условиях такого стресса, как повышение температуры среды обитания, в сообществе губки, во-первых, изменяется уровень липидов, которые являются главным энергетическим резервом этих симбиотических животных и, во-вторых, БТШ70 указывают на активную работу защитных механизмов самой губки.

К сожалению, литературные данные о динамике состава липидов у морских или пресноводных губок при гибели или обесцвечивании их сообществ очень ограничены.

В то же время подобные работы по применению биохимических маркеров при исследовании состояния сложных симбиотических сообществ пресноводных губок представляют актуальное направление современной биохимической экологии и весьма перспективны для решения практических вопросов восстановления их поврежденных популяций.

## ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ю. С. Глянцева, О. Н. Чалая, С. Х. Лифшиц, И. Н. Зуева

Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск  
E-mail: [gchlab@ipng.ysn.ru](mailto:gchlab@ipng.ysn.ru)

Освоение углеводородных ресурсов в условиях Крайнего Севера – трудная техническая проблема, включающая обязательное обеспечение условий рационального природопользования. В Республике Саха (Якутия) за последние 8 лет количество разливов нефти и нефтепродуктов составило более 210, включая арктическую и субарктическую зоны. В большинстве случаев причиной разливов становятся дорожно-транспортные происшествия. Разливы также происходят из-за неудовлетворительного технического состояния машин, цистерн, емкостей, несоблюдения требований промышленной безопасности при перевозке, сливе, перекачке нефтепродуктов, а также вследствие погодных и техногенных катаклизмов (наводнения, пожары, взрывы и др.).

Удаленность многих районов республики от центра, сложная транспортная доступность не позволяют осуществлять оперативный сбор разлитых нефтепродуктов и ликвидацию последствий разливов. Решение проблемы восстановления нефтезагрязненных земель предполагает комплексный подход. При этом задачи совершенствования экологического мониторинга нарушенных земель для корректной оценки эффективности восстановительных работ не менее важны, чем разработка самих способов ликвидации нефтяных разливов. Поставленные задачи приобретают особую актуальность в связи с необходимостью создания эффективных способов восстановления нефтезагрязненных земель для климатических условий Севера.

Очистка нефтезагрязненных почв представляет собой достаточно сложную задачу из-за высокого уровня их исходного загрязнения, разнообразия его химического состава в зависимости от типа нефтепродуктов и сроков давности загрязнения, а также низкой способности мерзлотных почв к самоочищению. При разливах нефть может достигать мерзлотного слоя и распространяться горизонтально, расширяя границы загрязнения. В дальнейшем нефтезагрязнение может поступать в верхние почвенные горизонты, что затрудняет проведение качественной очистки почв.

Для оценки эффективности способов восстановления почв от нефтяных загрязнений необходимы данные по составу нефтезагрязнения до и после их применения, поскольку только по химическим показателям можно установить направленность процессов деструкции нефтезагрязнения. В наших исследованиях процессы деструкции изучались с использованием комплекса аналитических методов: ИК-Фурье спектроскопии, жидкостно-адсорбционной хроматографии, хромато-масс-спектрометрии. При интерпретации результатов был использован геохимический подход, позволивший учесть различия в составе нефтезагрязненных и фоновых почв. Предложенный комплексный подход дал возможность свести к минимуму влияние значительных вариаций содержания природных органических веществ в фоновых почвах и таким образом повысить правильность диагностики нефтезагрязнения и провести оценку эффективности применяемых способов восстановления.

Анализ и систематизация существующих способов очистки нефтезагрязненных почв позволили установить, что в условиях криолитозоны наиболее экологичным и эффективным будет биологический метод, заключающийся в обработке загрязненных почв биопрепаратами и посадке многолетних сортов растений. Данная технология предусматривает эффективное стимулирование окисления нефтяных углеводородов аборигенными психрофильными и психротрофными микроорганизмами, приуроченными к конкретным условиям.

## МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОВОГО И АЭРОЗОЛЬНОГО СОСТАВА АТМОСФЕРЫ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

Л. П. Голобокова, Т. В. Ходжер, В. А. Оболкин, В. Л. Потемкин, О. И. Хуриганова

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [lg@lin.irk.ru](mailto:lg@lin.irk.ru)

Обсуждаются результаты многолетних исследований химического состава аэрозоля (1993–2015 гг.) и его газообразных предшественников (2000–2015 гг.) на станциях мониторинга атмосферы Южного Прибайкалья (Иркутск, Листвянка, Монды), работающих с 2000 г. по международной программе EANET. Районы исследования выбраны с учетом различной степени антропогенного влияния на экосистему оз. Байкал. Повышенные концентрации растворимых веществ содержались в составе аэрозоля ст. Иркутск, минимальные – в аэрозоле ст. Монды. Несмотря на то что суммарное содержание ионов варьирует в зависимости от года, сезона и конкретной атмосферной ситуации, их среднее содержание в аэрозоле всех станций постепенно уменьшается. Так, суммарное содержание ионов в аэрозоле Иркутска было наиболее высоким в 1993–2000 гг. и составляло в среднем около  $9,0 \text{ мкг/м}^3$ , эта величина снизилась к 2011–2015 гг. до  $5,0 \text{ мкг/м}^3$ . По отношению к 1993–2000 гг. сумма ионов в аэрозоле на ст. Иркутск уменьшилась в 1,8 раза. В Листвянке за аналогичный период средние значения суммы ионов снизились в 3,9 раза от  $7,0$  до  $1,8 \text{ мкг/м}^3$ , на ст. Монды – в 2 раза, от  $1,0$  до  $0,5 \text{ мкг/м}^3$ .

Преобладающими ионами в растворимой фракции аэрозоля Иркутска в течение всего периода исследования были  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$ . Аналогичный состав главных ионов наблюдался в аэрозоле Листвянки, но в последние годы наметилось снижение роли щелочно-земельных компонентов ( $\text{Ca}^{2+}$ ), преобладающими стали  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{NO}_3^-$ , влияющие на подкисление атмосферных осадков. Наибольшие изменения произошли в составе ионов в аэрозоле ст. Монды. Если в начальный период исследований главными были  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , то к 2011–2015 гг. постепенно доминируют  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Источником ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  могут быть полупустынные и пустынные районы Монголии, характерные наличием бурых малогумусных почв со значительным распространением солончаков и песков.

Среди газообразных примесей на всех станциях наиболее высокое содержание определено для  $\text{SO}_2$  и  $\text{NH}_3$ . В 2011–2015 гг. отмечается рост их концентраций в атмосфере городской и сельской станций, по сравнению с 2000–2005 гг., и снижение на фоновой станции.

Отмечена возрастающая роль атмосферы в переносе веществ из Иркутска на южную акваторию Байкала. Так, если в 2001–2005 гг. корреляция концентраций основных ионов в аэрозоле и газовых примесей была преимущественно слабая ( $k < 0,50$ ), то в последнее пятилетие увеличилась взаимосвязь между концентрациями около 40 % пар ионов и газообразных примесей Иркутска и Листвянки, из них для 16 % она была высокой ( $k > 0,70$ ).

Согласно факторному анализу, ионный состав аэрозоля в районе Иркутска и Листвянки в теплый период формируется в основном за счет почвенно-эрозионного фактора, в холодный период дополнительным источником становится теплоэнергетика. На ст. Монды основным источником ионов в аэрозоле служит почвенно-эрозионный фактор.

*Работа выполнена при финансовой поддержке госзадания 0345-2016-0008 «Оценка и прогноз экологического состояния оз. Байкал и сопряженных территорий в условиях антропогенного воздействия и изменения климата».*

# ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМНОГО РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. В. Головных<sup>1</sup>, К. В. Чудненко<sup>1</sup>, И. И. Шепелев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск; <sup>2</sup>ООО «Эко-Инжиниринг», г. Ачинск  
E-mail: [Golovnykh@igc.irk.ru](mailto:Golovnykh@igc.irk.ru)

При добыче и переработке руд цветных металлов пятая часть в России (~ 1/3 в Сибирском регионе) всех отработанных материалов приходится на алюминиевую отрасль. Из-за отсутствия высококачественного сырья, прежде всего латеритных бокситов Байера, основная часть отраслевых отходов образуется в производстве глинозема, предназначенного для электролизного передела. Применяемый в глиноземных схемах способ спекания низкокачественных бокситов и нефелинов с модульными добавками сопровождается потерей ценных компонентов с отвальными шламами (до 80 % от исходного сырья). Выпускающая алюминиевую продукцию компания затрачивает огромные средства на расширение отстойных сооружений и полигонов для размещения отходов постоянного и временного складирования.

Для повышения комплексности использования сырья, а также степени переработки незавершенных продуктов (с положительным влиянием на себестоимости выпускаемого металла) нами предложен ряд технологических решений, позволяющих эффективно перерабатывать «лежалые» и «текущие» отходы, получая дополнительную продукцию, т. е. прибыль. Ранее разработанные отраслевые методы и способы затрагивали переработку и утилизацию отходов отдельных переделов и предприятий, что не позволяло выявить наиболее важные закономерности преобразования техногенных компонентов в полезные для системного использования минеральные вещества. Не был минимизирован выход пустой породы, который в ходе предыдущих работ приводил к образованию «вторичных» отходов или генерировал сверхлимитное количество промывочных и сточных вод. Поэтому эти проблемно-фундаментальные вопросы были отработаны на этапе создания базовых компьютерных моделей и лабораторных экспериментов [1]. По ряду инженерно-технических решений, например за счет введения природно-техногенных материалов в виде добавок в глиноземную шихту, в клинкерную и дорожно-строительную смесь, достигнуты положительные результаты в ходе проведения опытно-промышленных испытаний, позволяющие повысить технико-экономические и экологические показатели [2, 3], в т. ч.:

- 1) выпускать дополнительную продукцию;
- 2) экономить сырьевые и рудные компоненты;
- 3) повышать качество и масштабы дорожного строительства;
- 4) снижать образование и площадь размещения отходов. Также имеются обнадеживающие эколого-технологические результаты по применению природно-техногенных добавок в смежных отраслях региональной экономики.

## Литература.

1. Головных Н. В., Верховина В. А., Чудненко К. В., Шепелев И. И. Использование имитационного моделирования при разработке геоэкологического мониторинга и оптимизации технологических процессов в алюминиевой промышленности // Цветная металлургия. – 2014. – № 3. – С. 44–46.

2. Шепелев И. И., Головных Н. В., Бочков Н. Н., Сахачев А. Ю. Ресурсосберегающие технологии на основе использования гипсосодержащих отходов алюминиевого производства // Экология промышленного производства. – 2014. – Вып.4. – С. 15–20.

3. Жижаев А. М., Шепелев И. И., Бочков Н. Н., Головных Н. В. Химико-технологические особенности получения комплексного вяжущего на основе отходов глиноземного производства // Сб. докл. VII Междунар. конгресса «Цветные металлы и минералы». – Красноярск: 2015. – С. 304–316.

## ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БИОДОСТУПНОСТЬ РТУТИ В ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Н. Гордеева, Г. А. Белоголова

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [gordeeva@igc.irk.ru](mailto:gordeeva@igc.irk.ru)

Цель исследования – оценка потенциальной биодоступности Hg в почвах, загрязненных хлорно-щелочными предприятиями, расположенными в окрестностях городов Усолье-Сибирское и Саянск, а также бывшим металлургическим заводом (МЗ) в Свирске. Изучались почвы на разном удалении от предприятий, в том числе в садоводствах и частных хозяйствах. Все почвы были высушены до воздушно-сухого состояния и просеяны. Оценка подвижности и потенциальной биодоступности Hg в них проводилась на основе метода фракционирования [1]. Полученные фракции анализировали атомно-абсорбционным методом на спектрометре «РА-915+» (Россия). Все виды химического анализа проводили в изотопно-геохимическом центре коллективного пользования Института геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, Иркутск.

В почвах вокруг АО «Саянскхимпласт» (СХП) Hg находится в основном в органической (25–71 % от суммы фракций), прочносвязанной (16–48) и сульфидной (4–28 %) фракциях; в почвах вокруг ООО «Усольехимпром» (УХП) – в органической (41–61 %) и прочносвязанной (38–56 %) фракциях; в почвах окрестностей металлургического завода – в прочносвязанной (40–63 %), сульфидной (31–51) и органической (3–10 %) фракциях. Преобладание ртути в той или иной фракции во многом обусловлено исходной формой элемента, в которой он поступал в почву от основного техногенного источника. Известно, что Hg, поступающая в атмосферу от хлорно-щелочных заводов, находится преимущественно в форме Hg(0) и Hg(II) [2]. Результаты, полученные в [2], показали отсутствие в почвах Hg в элементарной форме Hg<sup>0</sup>, что указывает на реэмиссию либо связывание Hg<sup>0</sup> органоминеральными компонентами почв. Наши исследования подтверждают, что Hg, поступившая от хлорно-щелочных производств, связывается в основном органическими и, несколько меньше, минеральными веществами почвы. Ртуть, поступившая в почвы от МЗ в составе сульфидных огарков, большей частью осталась в минеральной, в т. ч. сульфидной, форме; участие органического вещества почв окрестностей МЗ в иммобилизации Hg значительно меньше.

Полученные данные свидетельствуют о преобладании процессов иммобилизации Hg во всех изученных почвах и, как следствие, о слабой ее подвижности и биодоступности. Этому в значительной степени способствуют рН почв, которые находятся в диапазоне от слабокислых до щелочных значений (6,39–8,51). Тем не менее высокое содержание Hg в органической фракции может играть решающую роль в процессах ее мобилизации. Органические формы являются наиболее потенциально доступным запасом Hg в почвах. Изменение некоторых физико-химических параметров почв (рН, влажность, количество микроорганизмов и др.) может привести к разрушению Hg-органических комплексов и увеличению биодоступности этого элемента.

*Работа выполнена при финансовой поддержке базового проекта НИР VIII.69.1.6 и гранта РФФИ (15-05-03919).*

### Литература.

1. Bloom N. S., Preus E., Katon J. Et al. Selective extractions to assess the biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediments and soils // *Analytica Chimica Acta*. – 2003, N. 479. – P. 233–248.
2. Biester H., Müller G., Schöler H.F. Binding and mobility of mercury in soils contaminated by missions from chlor-alkali plants // *Science of the Total Environment*. – 2002. – N.284. – P. 191–203.

## ВИРТУАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СРЕДА ДЛЯ НАУК ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Е. П. Гордов<sup>1,2,3,4</sup>, И. Г. Окладников<sup>1,2,4</sup>, А. Г. Титов<sup>1,2,4</sup>, А. З. Фазлиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск;

<sup>2</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск;

<sup>3</sup>Томский государственный университет, г. Томск;

<sup>4</sup>Институт вычислительных технологий СО РАН, Томский филиал, г. Томск

E-mail: [gordov@scert.ru](mailto:gordov@scert.ru), [oig@scert.ru](mailto:oig@scert.ru), [titov@scert.ru](mailto:titov@scert.ru), [faz@iao.ru](mailto:faz@iao.ru)

Происходящие и прогнозируемые климатические изменения уже оказывают существенное влияние на состояние окружающей среды, в частности за счет статистически значимого роста числа и масштаба экстремальных явлений. Эти изменения воздействуют на экономические, политические и социальные процессы на тех территориях, где они происходят ускоренными темпами, в том числе и на значительной части России. Развитие техники наблюдений и технологий моделирования обеспечило быстрый рост объемов данных, необходимых для мониторинга состояния окружающей среды и анализа возможных путей ее изменений. Соответствующие архивы достигают уже десятков петабайт, что затрудняет использование традиционных методов анализа. В то же время степень детализации климатических изменений, необходимая для изучения их воздействия на различные процессы регионального масштаба, все еще недостаточна. Методы анализа климатических изменений и методы изучения их влияния на различные процессы достаточно сложны и продолжают развиваться. Их применение требует нехарактерных навыков от профильных специалистов и лиц, принимающих решения (способности работать с большими наборами данных, знакомства с многомерной статистикой, умения программировать на языках высокого уровня и др.).

Выполняемый проект нацелен на разработку и создание прототипа тематической виртуальной исследовательской среды (ВИС) – доступной в интернете вычислительно-геоинформационной инфраструктуры, которая обеспечит профильных специалистов и лиц, принимающих решения, надежным и доступным инструментарием для изучения экономических, политических и социальных последствий климатических изменений. В эту среду будут интегрированы доступные наборы климатических полей и характеристик поверхности, включая и определенные в ходе выполнения проекта результаты, полученные на основе климатических моделей, в которых будет улучшено описание деятельного слоя суши. Дополнительно к классическим подходам статистического анализа в эту среду будет интегрирована программная реализация современных методов, зависящих от времени статистик экстремальных значений и квантильных регрессий, и метода анализа экстремальных значений многих переменных с использованием многомерных статистик экстремальных значений и теории пространственно-временных динамических систем, которые хорошо подходят для комбинирования различных источников неопределенности и изменчивости присущих как задачам анализа климатических изменений, так и задачам изучения глобальных изменений климата на экономические, политические и социальные процессы глобального или регионального уровня.

Представлена первая версия тематической ВИС и некоторые результаты ее использования для анализа современных процессов на территории Сибири, полученные при поддержке проекта Российского научного фонда № 16-19-10257.

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ ЯКУТИИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ОХРАНЫ В СИСТЕМЕ ООПТ

А. Н. Горохов

НИИ прикладной экологии Севера СВФУ, г. Якутск

E-mail: [algor64@mail.ru](mailto:algor64@mail.ru)

Оптимизация системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) должна учитывать их ландшафтное разнообразие (ЛР) и антропогенную нарушенность природы [1]. Основная цель данной системы – ориентация на сохранение экологического равновесия при освоении природно-ресурсного потенциала.

Нами был проведен анализ роли ООПТ в сохранении ЛР Якутии и определено их экологическое состояние. В качестве основы районирования территории Якутии использовалась ее мерзлотно-ландшафтная карта [2]. Были учтены региональные отличия природных зон – выделены четыре региона Якутии: Северо-Западная, Центральная, Южная и Северо-Восточная. Проведена оценка представленности ландшафтов в сети ООПТ Якутии федерального и республиканского значения по территориям, репрезентативным в ландшафтно-географическом и в биогеографическом отношениях. Выявлено следующее соотношение площадей природных зон (подзон) и ООПТ: в тундре ими занято более половины территории, в северной тайге – 23,8 %, в средней тайге от 16,4 до 10,3 %, в горных областях – 18,3–14,1 %. Степень представленности ЛР Якутии по природно-территориальным комплексам в сети ООПТ оценивается как достаточная. В настоящее время в сети ООПТ представлено более 80 % типологического ландшафтного разнообразия Якутии.

Для определения экологического состояния ландшафтов Якутии было проведено эколого-географическое районирование. В пределах каждой физико-географической провинции сопоставили природные возможности с антропогенной нагрузкой и выявили изменения и возможные экологические проблемы. Данное районирование отражает не только общую степень антропогенной трансформации ландшафтов, но и устойчивость различных провинций к ней. Удовлетворительной экологической ситуацией характеризуется более 25 % территории ООПТ Якутии, напряженной – 16,6, критической – 13,4, кризисной – 14, катастрофической – 9,3 %.

В основе разработок по поддержанию экологического равновесия лежит показатель территориальной (экологической) емкости территории [3]. Нами были определены показатели ландшафтно-экологического равновесия в Якутии и рассчитано распространение ООПТ. Наиболее худшей экологической ситуацией характеризуются средне-таежные и горно-таежные ландшафты. При допустимой степени их преобразованности около 20 % они занимают меньшую долю среди всех ландшафтов ООПТ, что не позволяет им в полной мере выполнять задачи поддержания экологического равновесия и охраны ЛР Якутии.

Таким образом, существующая сеть ООПТ Якутии нуждается в оптимизации путем включения в нее ландшафтов в пределах тех регионов и провинций, которые характеризуются худшим экологическим состоянием. Совершенствование современной системы ООПТ – необходимое условие для поддержания экологического равновесия как элемента экологической организации территории.

## Литература.

1. Иванов А. Н., Кончиц М. В. Представленность ландшафтного разнообразия России в сети ООПТ // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2009. – Т. 18, № 2. – С. 5–10.
2. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР. М-б 1: 2 500 000 / Ред. П. И. Мельников. – М.: ГУГК, 1991. – 2 л.
3. Реймерс Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия молодая, 1994. – 365 с.

# ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗЕМЛИ (ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ)

С. В. Горячкин

Институт географии РАН, г. Москва

E-mail: [goryachkin@igras.ru](mailto:goryachkin@igras.ru)

Россия – признанная арктическая держава и один из основных участников исследований в Антарктиде. Ее активность в полярных областях – современный приоритет деятельности страны. Между тем информации о многих ресурсах полярных областей явно недостаточно. Особенно это касается почвенного покрова. В Арктике основной этап почвенно-географических исследований прошел в 1960–1970-х гг. За последние 40 лет были получены новые материалы, которые слабо акцептировались в имеющиеся представления о почвенном покрове Арктики и его зонально-провинциальном строении. В большинстве учебников, даже для высшей школы, материалы по почвам Арктики изложены на уровне знаний прошлого века, а про почвы Антарктиды можно сказать, что общество вообще не догадывается об их существовании.

Почвенный покров как центр всех потоков геосистем иногда может лучше отразить особенности миграции веществ и элементов, чем, например, растительность. Касаясь почвенного покрова высоких широт, его целостное изучение, а не только так называемые плакоры, позволяет оценить большинство этих территорий как гумидные. Плакоры, которые хорошо отражают климатическую обстановку в областях с преобладанием жидких осадков, не являются «эталоном» в полярных областях, так как здесь преобладают твердые осадки, перераспределяемые сильными ветрами – они оставляют плакоры без защиты снежного покрова, что приводит к обеднению растительности и появлению элементов «аридности» (окарбоначивание, выцветы солей) в данном конкретном месте. Такие плакорные местообитания часто соседствуют с переувлажненными почвами и болотной растительностью. Поэтому изучение почвенного покрова полярных областей при целостном, а не «типическом» подходе позволяет внести вклад и в понимание геоэкологических и физико-географических закономерностей.

Полученный материал по почвам арктической зоны показал, что необходимо внести существенные изменения в «зональную картину» Арктики. Если типичные и арктические тундры действительно представляют собой субширотные природные зоны, то высокоарктические тундропустоши («полярные пустыни») – это мозаичный набор разнообразных по продуктивности и составу типов почвенно-растительного покрова, мало связанных с широтой местности. В большей степени он зависит от особенностей местных условий (расположения по отношению к ледникам и господствующим ветрам, эдафических условий, локализации птичьих базаров и т. д.). Такие закономерности предлагается назвать «мозаично-островным» географическим расположением природных комплексов суши. Это же характерно и для Антарктиды. Выявлены сильные фрактальные и фронтальные климатически обусловленные изменения полярных ландшафтов, в том числе связанные с пирогенезом. Антропогенные изменения существенно меняют функционирование почвенно-растительных покровов, но не приводят к их сильному загрязнению. Обнаружена дифференциация европейского сектора арктической зоны РФ по содержанию тяжелых металлов в почвах, что связано с происхождением и составом почвообразующих пород.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российского географического общества и РФФИ № 17-05-41157 и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Арктика».*

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВОДЫ ИСТОКА Р. АНГАРЫ (СТОК БАЙКАЛА)

В. И. Гребенщикова, Н. А. Загорулько

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [vgreb@igc.irk.ru](mailto:vgreb@igc.irk.ru)

Река Ангара – единственный поверхностный сток оз. Байкал и, соответственно, отражает его химический состав. Озеро Байкал объявлено ЮНЕСКО объектом мирового наследия, и проводимые мониторинговые геохимические исследования истока Ангары очень важны в связи с возрастающим в период техногенеза антропогенным воздействием на экосистему озера и реки.

Судя по имеющимся среднегодовым содержаниям *макрокомпонентов*, они изменяются незначительно на протяжении 63 лет (1950–2013 гг.) и находятся примерно на одном уровне. Однако для всех макрокомпонентов отчетливо выделяются 2-5-летние природные циклы (или ритмы), когда за повышением содержания элемента следует их заметное понижение, и наоборот. Некоторые макрокомпоненты реагируют на сезон года. Например, в летнее время при повышении температуры воды содержание кислорода уменьшается (активизируется процесс фотосинтеза у планктонных водорослей), при понижении температуры наблюдается обратный процесс – рост содержания кислорода.

За восьмилетний период (2006–2013 гг.) ежемесячного исследования *микроэлементного* состава воды истока Ангары не выявлено содержания элементов, превышающих уровни предельно допустимых концентраций (ПДК) для водоемов питьевого и рыбохозяйственного назначения. Необходимо отметить большие колебания в концентрациях микроэлементов, максимальные значения которых в несколько раз превышали минимальные иногда в 50–100 раз. Это касается таких элементов, как Al, Sc, Li, Hg, Fe, Zn, Mn, Pb, Co, Ni и др. Для ряда элементов отмечаются очень низкие концентрации, которые иногда бывают ниже предела обнаружения метода ICP-MS, среди них – Be, Ge, Nb, Ag, Hf, Ta, Au, Bi. В отдельных случаях это касается Sc, Ti, Cr, W, Tl и большинства лантаноидов. Концентрации большинства рассматриваемых элементов в истоке Ангары не превышают их установленных базовых уровней для байкальской воды, а таких, как V, Fe, Cu, As, Se, Hg, U очень близки к ним.

На тренде изменения содержания Hg в истоке Ангары с 1997 г. проявлено два максимума (1998 г. и 2004 г.). Первый по времени совпадает с серией небольших землетрясений на Байкале, второй – с мощным ураганом. Изучение химического состава воды Байкала на разной глубине озера (район пос. Большие Коты) выявило неоднородность распределения в ней Hg, P, Si и повышение содержания с глубиной.

В результате сравнительного анализа макро- и микроэлементного состава воды истока р. Ангары получена информация по широкому спектру химических элементов. Совокупность полученных данных показывает, что вода стока оз. Байкал относится к наиболее чистым водам мира в отношении загрязнения тяжелыми металлами и другими элементами. Выявлен сложный, регулярный (сезонный) и нерегулярный характер изменения концентраций макро- и микроэлементов во времени. Выделяются экстремумы, которые можно объяснить только «разовыми или мгновенными» природными или техногенными изменениями в окружающей среде Байкала и его истока. Учитывая, что вода истока р. Ангары отражает состав воды оз. Байкал, их можно рассматривать как фоновый региональный природный объект, нуждающийся в постоянном мониторинге и пригодный для нормирования в ходе различных исследований водных объектов в Байкальском регионе.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ СЕЛИТЕБНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

О. А. Григорьев<sup>1</sup>, М. Е. Гошин<sup>1,2</sup>, Ю. Г. Григорьев<sup>1</sup>, В. А. Алексеева<sup>1</sup>, А. С. Прокофьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственный научный центр РФ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна, г. Москва;

<sup>2</sup>НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина  
Минздрава РФ, г. Москва  
E-mail: [m.goshin@mail.ru](mailto:m.goshin@mail.ru)

Наиболее значимыми для населения источниками электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц являются воздушные линии электропередачи (ВЛЭП) [1]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Международное агентство по исследованию рака (МАИР) относят магнитное поле промышленной частоты к группе возможных канцерогенов класса 2В [2] и определяют значения уровня индукции магнитного поля промышленной частоты, при хроническом воздействии которых показан рост риска возникновения онкозаболеваний 0,3–0,4 мкТл [3]. Российскими санитарными нормами (ГН 2.1.8/2.2.4.2262–07, СанПиН 2971-84 и СанПиН 1200-03) определен предельно допустимый уровень 5 мкТл (в помещении) и 10 мкТл (на селитебной территории). Величина 5 мкТл в 17 раз превышает значение 0,3 мкТл.

Цель данной работы – оценка электромагнитной обстановки, формируемой ВЛЭП с различными классами напряжения, на прилегающей территории.

Измерения напряженности электрического поля и значения плотности магнитного потока проводились с использованием анализатора электромагнитного поля ЕФА-3 вблизи ВЛЭП с напряжениями 110, 220 и 500 кВ на территории Московского региона с 2011 по 2013 г. Трассы измерений располагались перпендикулярно к проводам ВЛЭП, общее количество точек, в которых проводились измерения, составило 1103.

Установлено, что значения плотности магнитного потока на границе СЗЗ (для ВЛЭП 110 кВ – 2 м, 220 кВ – 7 м и 500 кВ – 32 м) соответствуют российским санитарным нормам. При этом существуют участки селитебной территории, на которых значения величины уровня магнитной индукции промышленной частоты меньше установленных в России предельно допустимых показателей, но превышают уровень, безопасный с точки зрения возникновения онкологических заболеваний, по данным ВОЗ и МАИР (0,3 мкТл). Среднее расстояние, на котором фиксировалась плотность магнитного потока 0,3 мкТл для ВЛЭП напряжением 110 кВ, составило 17,9 м, для 220 кВ – 21,5 м, для 500 кВ – 55,6 м. Население, проживающее на данных участках, составляет потенциальную группу для эпидемиологических исследований.

Необходима разработка интегрального подхода, позволяющего осуществлять мониторинг электромагнитной обстановки в регионе для анализа повреждающего воздействия на организм человека, в том числе проведение эпидемиологических и экспериментальных исследований с целью достоверной оценки влияния данного фактора на здоровье человека с учетом одновременного возможного воздействия других факторов.

### **Литература.**

1. Григорьев О. А., Меньщиков В. Ф. Электромагнитная обстановка в мегаполисе – современные тренды формирования и нерешенные проблемы экологии и здравоохранения. Нерешенные экологические проблемы Москвы и Подмосковья: Материалы науч.-практ. конф. – М., 2012. – С. 283–296.

2. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Nonionizing radiation, part 1: static and extremely low frequency (ELF) electric and magnetic fields. – Lyon: IARC Press, 2002. – Vol. 80.

3. Electromagnetic fields and public health. Exposure to extremely low frequency fields. Fact sheet no. 322. – Geneva: WHO, 2007.

## СОТОВАЯ СВЯЗЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕАЛИИ, ОЦЕНКА РИСКА, РЕКОМЕНДАЦИИ)

Ю. Г. Григорьев, О. А. Григорьев

Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский  
биофизический центр им. А. И. Бурназяна, г. Москва;  
Консультативный Комитет ВОЗ по Международной программе  
«ЭМП и здоровье населения»;  
Российский национальный комитет по защите от неионизирующего излучения  
E-mail: [profgrig@gmail.com](mailto:profgrig@gmail.com)

Системы беспроводной передачи данных принципиально изменили условия электромагнитного облучения населения. Общее техногенное электромагнитное загрязнение внешней среды возросло на несколько порядков. В качестве основного источника резкого повышения электромагнитного фона выступают базовые станции сотовой связи. Изменение фона имеет значение как для человека, так и для многих экологических систем.

Наибольший риск для здоровья всех групп населения представляют сотовые телефоны (СТ) и другие устройства персональной коммуникации. Это источник электромагнитного поля, доступный для всех групп населения и не имеющий каких-либо реальных ограничений, и при его использовании осуществляется локальное облучение головного мозга пользователя.

Представлены отечественные и зарубежные результаты, позволяющие сделать неблагоприятный прогноз о влиянии ЭМП РЧ на здоровье населения повышенного техногенного уровня ЭМП РЧ. Рассмотрено решение Международного агентства по исследованию рака (IARC) ВОЗ о выделении ЭМП сотовых телефонов в группу 2В как промотора рака мозга. Представлены сводные данные о динамике повышения опухолей мозга у населения ряда стран по годам.

Дети выделяются в особую группу риска, так как при использовании СТ в мозге ребенка в два раза увеличивается как поглощенная доза, так и объем облучаемого мозга. Мозг детей находится в стадии формирования. Каждый год бездействие приближает нас к катастрофе.

Существующие нормативы устарели и не соответствуют реальной обстановке. Евросоюз требует пересмотра уровней ПДУ, более 10 ведущих европейских стран ужесточили свои нормативы.

Имеется уже достаточно данных, позволяющих информировать население об опасности для здоровья пользователей СТ и ввести понятие «добровольного риска», т. е. принципа самостоятельного выбора типа связи самим населением с учетом максимального снижения электромагнитной нагрузки на мозг пользователя СТ.

# О ЛАНДШАФТНОЙ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ И МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ СОПРЯЖЕННОСТИ СИСТЕМ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

А. Н. Громцев

Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

E-mail: gromtsev@krc.karelia.ru

Исследования проводились на ландшафтно-типологической основе. Ландшафты выделялись по генетическим формам рельефа, степени заболоченности территории и коренной лесорастительной формации. При анализе межрегиональной сопряженности особо охраняемых природных территорий (ООПТ) использовались новейшие статистические данные для Норвегии, Швеции, Финляндии и шести регионов Российской Федерации (РФ): Мурманской, Ленинградской, Архангельской (без Ненецкого автономного округа), Вологодской областей, Республики Карелия и Республики Коми. В общем данные части Европы сравнимы по площади – российские регионы (138,5 млн га) и три страны (125,2 млн га).

При формировании системы ООПТ ключевым признается принцип ее ландшафтной репрезентативности. Это обусловлено тем, что именно ландшафтные особенности территории определяют структуру биоты – рельеф и его генезис, состав горных пород, состав и мощность четвертичных отложений, степень и характер заболоченности территории, особенности гидрографической сети, состав почвенного покрова, микроклиматические условия и другое. В связи с этим идеальной представляется ситуация, при которой осуществляется сохранение каждого из установленных типов таежных экосистем ландшафтного ранга. В качестве модельной использована территория Республики Карелия. Проведен сравнительный анализ подробно исследованных в биолого-экологических аспектах различных типов географического ландшафта. В итоге они были объединены в пять категорий: уникальные, редкие, оригинальные, обычные и фоновые. Каждая из них подробно охарактеризована в первую очередь с точки зрения ценности для сохранения разнообразия биоты на уровне видов и сообществ. Проведено районирование региона в этом отношении. Сопоставляя данное районирование с действующей и планируемой системой ООПТ, можно утверждать, что она достаточно полно представляет региональное разнообразие экосистем ландшафтного уровня.

Очень важный элемент при планировании охраняемых природных объектов – их территориальная сопряженность между регионами и странами. Они не должны «самоизолироваться» в этом отношении. Практически такой подход во многом уже реализован на европейском севере. Например, вся периферия Республики Карелия «окружена» ООПТ соседних субъектов РФ. Некоторые из них находятся в пределах двух регионов (заповедник (ЗП) «Кандалакшский» и национальный парк (НП) «Водлозерский») или на рубежах Республики Карелия (ландшафтный заказник «Кожозерский», ЗП «Нижнесвирский» и др.). Особое место занимает «Зеленый пояс Фенноскандии» (ЗПФ). Он представляет собой полосу во многом хорошо сохранившихся в естественном состоянии лесных и болотных массивов вдоль государственной границы РФ, Финляндии и Норвегии. С российской стороны уже выстроена и продолжает расширяться целая система ООПТ (НП «Паанаярви», ЗП «Костомукшский», «Пасвик» и др.). Более того, формируется трансграничная сопряженность объектов. Примером являются уже действующие парки «Дружба» и «Оуланка – Паанаярви». Эти природные «конгломераты» в научном, рекреационном и организационном плане объединяют различные непосредственно контактирующие охраняемые объекты по обе стороны границы. Таким образом, в пределах ЗПФ формируется вполне репрезентативная и территориально сопряженная система ООПТ.

# ВЛИЯНИЕ МИКРОУСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СЕВЕРНОМ ПРЕДЕЛЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

М. А. Гурская

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

E-mail: [mgurskaya@yandex.ru](mailto:mgurskaya@yandex.ru)

Северная граница распространения деревьев характеризуется суровыми условиями произрастания, которые находят отражение в различных параметрах годичных колец. В последнее время появляется все больше свидетельств о том, что даже в экстремальных условиях произрастания деревьев различия микроусловий среды могут искажать климатические сигналы, содержащиеся в годичных кольцах.

Собраны керны с деревьев сосны обыкновенной, произрастающей на северном пределе распространения в среднем течении р. Печоры (Печорская низменность) и в бассейне р. Пур (Западно-Сибирская низменность) как на сухих и сырых местообитаниях на северном пределе распространения в зоне островных сосновых лесов, так и южнее, на границе северной тайги. Проанализированы связи с температурой и осадками как наиболее часто используемых параметров оценки колец (ширина и максимальная плотность), так и более редко применяемых (ширина и плотность ранней древесины).

Несмотря на географические различия (северные и южные условия произрастания, увеличивающаяся континентальность климата на восток), существуют общие закономерности климатического отклика деревьев. Ширина годичных колец на сухих местообитаниях определяется не только температурой мая предыдущего сезона, но и температурами сентября и октября предшествующего сезона и температурой июля текущего, тогда как на сырых местообитаниях устойчивый сигнал выявлен только с мая предшествующего года. Ширина ранней древесины у сосны из бассейна р. Печоры имеет различия в сигнале июля текущего года, а на ширину ранней древесины у сосны из бассейна р. Пур влияют температуры сентября и октября предшествующего года. Максимальная плотность древесины сосны на сухих местообитаниях показывает, что деревья используют более продолжительный вегетационный сезон для депонирования углерода, чем на сырых. Минимальные значения плотности, соответствующие плотности ранней древесины, показывают влияние мая предшествующего года на плотность на сырых местообитаниях и текущего на сухих. Закономерностей, подобных температурным, с осадками не выявлено. Существуют связи с осадками и некоторыми параметрами годичных колец на некоторых местообитаниях, которые, скорее всего, приурочены к еще более локальным условиям. Полученные в ходе выполнения проекта данные позволяют существенно улучшить выполняемые реконструкции температуры в прошлом и проводить более тщательный отбор местообитаний для анализа.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (14-04-91356).*

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВЕРХНИХ ГРАНИЦ ЛЕСА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

М. А. Гурская, В. В. Кукарских, А. А. Григорьев

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

E-mail: [mgurskaya@yandex.ru](mailto:mgurskaya@yandex.ru)

Верхняя граница – наиболее важная биогеографическая граница распределения деревьев в горах. В настоящее время выделяют несколько групп типов верхних границ леса: биологические (видовые) типы, характеризующиеся различным составом древесных пород; экологические, основанные на различных экологических факторах и топографической сложности горного рельефа, характеризующиеся однородным видовым составом и расположенные на разных высотах над ур. моря в пределах отдельного хребта; антропогенные, сформированные в ответ на разнообразные виды деятельности человека и расположенные ниже естественного верхнего предела распространения деревьев [1]. В последние годы основное внимание исследователей сосредоточено на изучении пространственно-временной динамики древостоев на экологических типах границы леса.

Цель работы – выявить основные экологические типы верхних границ леса с учетом данных по годичному приросту деревьев с трех основных хребтов Южного Урала: Дальний Таганай (национальный парк (НП) «Таганай»), Нургуш (НП «Зюраткуль») и Зигальга (НП «Зигальга»). Здесь ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) формирует верхнюю границу распространения леса.

В результате натурных исследований выявлено, что на Южном Урале встречаются эдафические (курумные), термические, ветровые и снежные верхние типы границ леса. Климатическая (термическая, температурная) граница – одна из наиболее высоко поднимающихся в горы, где продвижение деревьев ограничивается низкой температурой и/или коротким вегетационным сезоном. Большинство современных исследований динамики верхних слоев деревьев сосредоточено именно на этом типе. Эдафическая граница связана в основном с неблагоприятными грунтовыми условиями (отсутствие почвенного покрова выше границы леса, крутые склоны). Ветровая – это граница, на которой распределение деревьев ограничено сильным ветром из-за геоморфологической специфики рельефа, часто располагается ниже климатической границы. Снеговая же формируется вблизи ледников и снежников, характеризуется коротким вегетационным сезоном из-за большого снегонакопления и медленного его таяния. Рассмотрены различия в динамике ширины годичных колец деревьев на разных типах границы леса.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (15-04-04933).*

### **Литература.**

1. Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. – М: Наука, 1985. – 210 с.

Д. В. Дайнеко

Иркутский научный центр СО РАН;  
Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск  
E-mail: [dayneko@oresp.irk.ru](mailto:dayneko@oresp.irk.ru)

Популярность экологического туризма – путешествий в места, представляющие природный или экологический интерес, с целью обозрения дикой природы и получения представления о природных и культурно-этнографических особенностях данной местности, которые не нарушают при этом целостности экологических систем [1], возрастает с каждым годом. По прогнозам всемирной туристической организации (ВТО), темпы роста экологического туризма в XXI в. и предполагаемые доходы будут расти, определяя значительный вклад в развитие экономики России, особенно в развивающихся регионах [2].

Одно из самых перспективных направлений российского экологического туризма – Байкальский регион. Он обладает уникальными природно-историческими ресурсами, к числу которых можно отнести богатую сибирскую тайгу, реки и озера, живописные пейзажи гор и долин. Следует отметить тот факт, что экологический туризм в России начал развиваться именно на Байкале. Озеро Байкал и прилегающая к нему территория – это участок Всемирного природного наследия, который имеет особое значение для экологического туризма и других рекреационных мероприятий. Более 60 % побережья Байкала относится к особо охраняемым природным территориям, включающим национальные парки, заповедники, заказники [3]. Именно здесь вдоль береговой линии и в местах с уникальными природными ландшафтами расположены 26 минеральных источников, около 130 памятников природы, 94 историко-культурных объекта, размещено большинство круглогодичных и сезонных баз отдыха. Однако из-за отсутствия современной и продуманной политики в области туризма концепция экологического туризма в Байкальском регионе до сих пор не получила должного развития.

Актуальность задачи развития экологического туризма в Байкальском регионе обоснована как необходимостью охраны местной дикой природы, культуры и традиций, так и поддержанием устойчивого потребления природных ресурсов. Следовательно, важно участие в этом ученых и практиков, представителей власти и местных сообществ. Таким образом, в предлагаемой модели экологического туризма существует, по крайней мере, пять секторов, вовлеченных в развитие экологического туризма в порядке своей значимости для Байкальского региона: местные жители, научные сотрудники, туристы, туристическая отрасль, правительство и администрации [4].

Существующие проблемы определяют необходимость разработки системы мер (формирование и развитие интегрированного туристического пространства в Байкальском регионе и сопредельных территориях, повышение качества туристских услуг, разработка новых экологических туристических продуктов и современных маркетинговых программ для продвижения на внутреннем и международном рынках), направленных на создание условий для развития устойчивого экотуризма в Иркутской области, в Бурятии и Забайкалье.

Дальнейшее развитие экотуризма в мире и, следовательно, в Байкальском регионе должно быть тесно связано с формированием системы особо охраняемых природных территорий – природных заповедников, национальных парков, природных и культурных памятников. Сегодня, когда экотуризм играет значительную роль в мировой индустрии туризма в развитых странах, следует обратить особое внимание на перспективы его развития в Байкальском регионе.

### Литература.

1. Ecological tourism. (n.d.) *Collins English Dictionary – Complete and Unabridged*. (1991, 1994, 1998, 2000, 2003). [Электронный ресурс]. – <http://www.thefreedictionary.com/Ecological+tourism>
2. Сергеева Т. К. Экологический туризм – перспективная форма организации природно-ориентированного туризма в России // Байкальский регион и Монголия как составные части мирового рынка экотуризма: Сб. докладов и рекомендаций междунар. науч. конф. Ч. 2. – М.: РМАТ, 2003 – С. 3–18.
3. Огаркова Я. В. Воздействие туристической деятельности на экосистему оз. Байкал // Экономическая психология. Туризм. Экология: Материалы VIII науч.-практ. конф. – Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2007. – С. 333–340.
4. Дайнеко Д. В. Сравнительный подход к экологическому туризму в Байкальском регионе // Экология и природопользование: прикладные аспекты: материалы VI Международной науч.-практ. конф. – Уфа: Аэтерна, 2016. – С. 104–110.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЗМОЖНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ НА ВОДНЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СТОК В ОЗЕРО БАЙКАЛ

В. И. Данилов-Данильян<sup>1</sup>, А. Н. Гельфан<sup>1</sup>, В. М. Морейдо<sup>2</sup>, С. Р. Чалов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт системного анализа РАН, г. Москва;

<sup>2</sup>Институт водных проблем РАН, г. Москва;

<sup>3</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва

E-mail: [hydrowpi@mail.ru](mailto:hydrowpi@mail.ru)

Байкальский регион воспринимает воздействие от антропогенных нагрузок различного пространственного уровня, от микромасштабных (локальные источники загрязнения) до мезомасштабных (проекты гидротехнического строительства, диффузное загрязнение) и макромасштабных (глобальное изменение климата). Для оценки вклада различных источников воздействия на сток воды и химических веществ в бассейне Селенги – крупнейшего притока Байкала – был разработан набор численных средств разного пространственного уровня.

Влияние возможных глобальных климатических изменений на речной сток в бассейне Селенги было оценено с помощью гидрологической физико-математической модели ЕСОМАГ, разработанной в ИВП РАН Ю. Г. Мотовиловым. Модель учитывает различные процессы формирования речного стока на водосборе Селенги и позволяет получить сценарные оценки изменения объемов речного стока в течение XXI в. в зависимости от прогнозируемых климатических изменений.

Формально-статистическая модель Selenga Statistica реализована на основе результатов мониторинга МГУ в бассейне р. Селенги, в рамках которой получены оценки содержания приоритетных загрязнителей (70 химических соединений) во взвешенной и растворенной формах на  $\approx 40$  станциях при разных гидрологических условиях (6 сезонов в течение 2011–2016 гг.). Модель основана на уравнениях множественной линейной регрессии между характеристиками водосборов (гидролого-ландшафтными и геолого-геоморфологическими) и составом взвешенных наносов и растворенных веществ. Она характеризует зональное (при однородных гидрологических условиях в бассейне) и азональное (при прохождении паводков в отдельных частях бассейна) изменение химического стока в бассейне.

Поступление наносов с водосбора характеризуется моделью потенциальной эрозии, в качестве входных данных использующей параметрические оценки интенсивности осадков и почвенного и растительного покрова. Сценарные оценки последних позволяют провести прогнозные расчеты поступления вещества с бассейна при ожидаемых антропогенных воздействиях. Эти оценки используются в качестве входной информации для моделей переноса и аккумуляции вещества в пределах русловой сети (модель баланса наносов SedNET и одномерная гидродинамическая модель 400-километрового участка рек Туул – Орхон – Селенга НЕС-RAS).

Комплексный подход различного пространственного уровня позволил получить количественные оценки возможных изменений моделируемых характеристик речного и химического стока в бассейне Селенги с учетом различных сценариев антропогенного воздействия.

## ЭПИДЕМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ РОССИЯ – КИТАЙ – МОНГОЛИЯ

Г. А. Данчинова, М. А. Хаснатинов, А. В. Ляпунов, Н. А. Болотова, Э. Л. Манзарова,  
И. С. Соловаров, К. С. Миловидов

Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, г. Иркутск  
E-mail: [dan-chin@yandex.ru](mailto:dan-chin@yandex.ru)

Россия, Китай и Монголия объединились в туристический союз, направленный на создание самого большого по своей протяженности в мире трансграничного туристического маршрута "Великий чайный путь». На российской территории он пролегает по 28 административным субъектам от г. Выборга в Ленинградской области до пос. Кяхты в Республике Бурятия (малая ветка – от Иркутска через Якутск до Чукотки). За исключением Республики Саха (Якутия), условно свободной от иксодовых клещей, весь маршрут расположен по территориям активных природных очагов клещевых инфекций разного эпидемиологического потенциала.

Из-за привлекательности Восточной Сибири российские и иностранные туристы, путешествуя по трем странам, предпочитают останавливаться на некоторое время в этом регионе. Трудно перечислить все достопримечательности Сибири, однако каждый путешественник старается побывать на оз. Байкал, в национальных парках и заповедниках, музее деревянного зодчества, на популярных маршрутах заповедника красноярские Столбы, в «Тункинских Альпах» в Саянах, центре буддизма и радоновых источниках в Бурятии, посетить памятники археологии в Хакасии, увидеть живописные пейзажи и первозданную природу Тывы, а также отправиться в пешие походы или на плотах и байдарках по рекам Иркут, Китой, Уда, Хара-Мурин, Хайверга, Чара, Витим, Лена и др. Нами установлено, что все перечисленные объекты расположены в зонах среднего или высокого риска присасывания иксодовых клещей, в том числе инфицированных вирусными и бактериальными патогенами, вызывающими тяжелые заболевания. Аналогично сложная эпидситуация на территории Монголии, где «Великий чайный путь» также проходит по природным очагам инфекций. Тем более опасно, что сезон активности клещей в природе совпадает по времени с наступлением высокого туристического сезона. К отягчающим обстоятельствам относится и то, что в течение последних трех лет количество туристов стремительно растет. Ежегодно пик посещения Иркутской области с туристической целью приходится на летние месяцы. Так, с мая по сентябрь 2015 г. регион посетило более 40 тыс. иностранных туристов, и этот поток растет год от года. В 2016 г. только за девять месяцев зафиксировано около 1 млн туристов, из них более 12 % – иностранцы. Иркутская область традиционно привлекательна для туристов из КНР, Германии, Южной Кореи, Монголии, Франции, США, Польши, Японии, Великобритании. Наиболее частыми иностранными гостями в регионе стали китайские туристы (не менее 15 % от общего числа), которые посещают область в основном в рамках проекта «Великий чайный путь». По направлению этого маршрута сейчас действует автомобильный маршрут из Китая через территории Монголии и Бурятии.

Кроме того, что российские и иностранные туристы обращаются за медицинской помощью в Центр диагностики и профилактики клещевых инфекций ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ по факту присасываний клещей на территории Прибайкалья, в последние десять лет ежегодно растет число людей, пострадавших от укусов клещей в других регионах России (84 человека) и 17 странах мира (42 человека). Все эти проблемы эпидемической опасности необходимо учитывать при развитии трансграничных туристических маршрутов Россия – Китай – Монголия.

# ДИНАМИКА УРОВНЯ ОЗЕР И КЛИМАТА ЮЖНОЙ СИБИРИ НА АБСОЛЮТНОЙ ВРЕМЕННОЙ ШКАЛЕ ПОСЛЕДНИХ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ

А. В. Дарьин<sup>1</sup>, И. А. Калугин<sup>1</sup>, Д. Ю. Рогозин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск;

<sup>2</sup>Институт биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск

E-mail: [darin@ngs.ru](mailto:darin@ngs.ru)

Керны донных осадков солоноватоводных озер Шира и Беле (Хакасия, Красноярский край) получены с использованием ударных трубок в наиболее глубоких частях озер. После вскрытия вдоль оси отбора половина керна разделяется на дискретные образцы с шагом 10 мм. Впоследствии эти образцы используются для исследования физических свойств, химического состава, изотопной датировки. Вторая половина керна служит для приготовления твердых образцов донных осадков, применяемых для микроаналитических исследований и изготовления оптических шлифов.

Наличие визуально выделяемых годовых слоев (варв) в донных осадках, позволяет строить временную модель глубина керна – возраст осадка, используя методы варвохронологии. Верификация временной модели производится сравнением с данными распределения активности изотопов цезия-137 и свинца-210, а также радиоуглеродными датировками.

Методиками аналитической микростратиграфии с использованием РФА на пучках синхротронного излучения [1] получены временные ряды вариаций микроэлементного состава по глубине керна с шагом, соответствующим временному разрешению в 1 год. Сравнение с данными инструментальных метеонаблюдений за последние десятилетия позволяет строить и калибровать трансферные функции, связывающие состав осадка и реконструируемые метеопараметры. Аппроксимация функций на всю глубину опробования позволяет получить количественные реконструкции уровня озер и среднегодовых температур региона за последние тысячелетия на годовой временной шкале с качеством, сопоставимым с данными инструментальных метеонаблюдений [2].

Проведено сравнение полученных реконструкций с основными климатическими реконструкциями для Северного полушария, показаны основные тренды и характерные временные интервалы, характеризующиеся глобальными климатическими аномалиями. Математическими методами найдены и оценены основные природные циклы климатических вариаций с периодами от нескольких лет до столетий. Найденные природные климатические циклы могут быть использованы для оценки трендов будущих климатических изменений [3].

## Литература.

1. Дарьин А. В., Калугин И. А., Ракшун Я. В. Сканирующий рентгеноспектральный микроанализ образцов донных осадков с использованием синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН // Изв. РАН. Сер. физ. – 2013. – Т. 77, № 2. – С. 204–206.

2. Дарьин А. В., Калугин И. А., Максимов М. А., Рогозин Д. Ю., Ракшун Я. В., Дарьин Ф. А., Сороколетов Д. С. Реконструкция уровня оз. Шира за последние 1500 лет на годовой временной шкале (по данным рентгенофлуоресцентного микроанализа на пучках синхротронного излучения) // Изв. РАН. Сер. физ. – 2015. – Т. 79, № 1. – С. 141–145.

3. Бабич В. В., Дарьин А. В., Калугин И. А., Смолянинова Л. Г. Использование периодических природных процессов для прогноза климата внетропических широт северного полушария на ближайшие 500 лет // Метеорология и гидрология. – 2016. – № 9. – С. 5–15.

# ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Ц. Б. Дашпилов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [dashpilov@irigs.irk.ru](mailto:dashpilov@irigs.irk.ru)

На территории центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) представлены почти все виды транспорта: железнодорожный, автомобильный, речной, воздушный. Эксплуатационная длина железных дорог составляет 491 км, протяженность автомобильных дорог – 1736 км, в т. ч. с твердым покрытием – 740 км.

Влияние транспорта на окружающую среду проявляется в процессе его строительства и функционирования, главным образом в результате транспортного обслуживания различной хозяйственной деятельности. Загрязнение железнодорожным транспортом имеет непрерывный ленточно-узловой характер, следовательно, оно происходит вдоль железных дорог и от стационарных предприятий железнодорожного транспорта. Основной объем выбросов и отходов от стационарных предприятий железнодорожного транспорта ежегодно сокращается.

Возможное воздействие инфраструктуры автомобильного транспорта в ЦЭЗ БПТ связано со строительством новых объектов, неуклонным ростом интенсивности движения, количества личного автотранспорта и роста туристских прибытий автомобильным транспортом. Ежегодно количество автомобилей увеличивается, что ведет к повышению объемов выбросов в атмосферу. Наибольшее загрязнение от автомобильного транспорта в пределах ЦЭЗ БПТ наблюдается на южном побережье оз. Байкал. Это связано с высокой интенсивностью движения автотранспорта по федеральной трассе.

Источником химического загрязнения акватории оз. Байкал является судоходство. По состоянию на 1 января 2016 г. зарегистрировано 1139 (самоходных – 805, несамоходных – 334) судов и более 8 тыс. единиц маломерного флота, которые загрязняют озеро нефтепродуктами, подсланевыми водами и хозяйственно-фекальными стоками [1]. Крупнейший судовладелец, занимающийся хозяйственной деятельностью на акватории оз. Байкал, – ОАО «Восточно-Сибирское речное пароходство» (ОАО «ВСРП»). Суда ОАО «ВСРП» сдают загрязненные хозбытовые и подсланевые воды на очистку на судно комплексной переработки отходов (СКПО) «Самотлор» в Порт Байкал.

Строительство новых объектов, увеличение интенсивности движения, количества личного автотранспорта и рост туристских прибытий автомобильным транспортом в ЦЭЗ БПТ становится причиной:

- возникновения съездов с автомобильных дорог с размещением автомобилей в водоохранной зоне оз. Байкал, мест выезда на лед акватории оз. Байкал в зимний период;
- разрушения верхнего слоя почвы и повреждению местных ландшафтов;
- возникновения стихийно накатанных грунтовых дорог в водоохранной зоне рек и водоемов, землях лесного фонда;
- нарушения правил размещения автомобильного транспорта при проведении строительных и ремонтных работ.

## **Литература.**

1. Государственный доклад «О состоянии оз. Байкал и мерах по его охране в 2015 году». – М.: Минприроды России; НИИ-Природа. – 2016. – 639 с.

# ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ, РЕГИОНОВ И ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РФ: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В. В. Дмитриев<sup>1</sup>, А. Н. Огурцов<sup>1</sup>, С. В. Лобачева<sup>2</sup>, В. С. Чистилина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет,

г. Санкт-Петербург

E-mail: [v.dmitriev@spbu.ru](mailto:v.dmitriev@spbu.ru)

Рассматриваются возможности и результаты применения метода сводных показателей и метода рандомизированных сводных показателей (АСПИД-методологии) для интегральной оценки качества среды и жизни населения в городах, регионах и федеральных округах России.

В наши дни в практике оценивания состояния сложных систем в природе и обществе используются единичные (прямые и косвенные), комплексные, многокритериальные и интегральные оценки. Интегральные оценки это многоуровневые и многокритериальные оценки одновременно. Они предполагают наличие этапа, связанного с объединением в одно целое полученных ранее многокритериальных оценок с учетом приоритетов (весов) их вклада в общую (сводную) оценку. Количество уровней, классов, критериев оценивания обосновывается авторами и обусловлено возможностью получения натурной информации о требуемых показателях для интегральной оценки. Критерии оценивания выделяются путем аксиологического подхода, оценочные шкалы разрабатываются на основе аксиометрии (экологической квалиметрии). Уточнение оценок реализуется как за счет повышения точности и достоверности (при использовании аппарата анализа и синтеза показателей при информационном дефиците или «АСПИД-методологии»), так и с привлечением дополнительных параметров оценивания (реже, уменьшении их количества) или пересмотра приоритетов оценивания на всех уровнях. При задании значимости отдельных критериев появляется необходимость работы с *нечисловой* (порядковой), *неточной* (интервальной) информацией, которая чаще всего бывает и *неполной* (не для всех весовых коэффициентов заданы нетривиальные равенства и неравенства, соответствующие интервальной и порядковой информации). Нечисловая, неточная и неполная информация (так называемая «*ннн*»-информация) индуцирует множество допустимых наборов весовых коэффициентов при получении интегральных оценок. Для преодоления этого затруднения используется модель [1]. Идея этой модели состоит в переходе от неопределенного выбора весовых коэффициентов к случайному (рандомизированному) выбору их из множества допустимых наборов весовых коэффициентов. Таким образом, исследователь получает случайные весовые коэффициенты и случайные (рандомизированные) интегральные показатели.

На примере городов Российской Федерации (Санкт-Петербург, Москва и др.), регионов (Северо-Западный и др.), федеральных округов раскрыта технология построения интегральных показателей и некоторые результаты оценки качества среды и качества жизни населения за последние 10-15 лет. Изучаются возможности использования моделей для исследования временной динамики изменения качества жизни населения и оценки устойчивости социо-эколого-экономических систем.

*Исследования выполнялись при поддержке РФФИ (16-05-00715-а).*

## **Литература.**

1. Хованов Н. В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците. – СПб.: СПбГУ, 1996. – 195 с.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБРАЗА И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ю. Н. Дмитриева

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [Yuliya.dmitr@mail.ru](mailto:Yuliya.dmitr@mail.ru)

На основе районирования территории Иркутской области по дискомфортности климата группой авторов: С. В. Рященко, К. Н. Мисевичем, Л. Б. Башалхановой, Н. В. Воробьевым, В. И. Чудновой [1], данных выбросов в атмосферу (минимальные значения – до 1 тыс. т; средние – 1–10 тыс. т; максимальные – более 10 тыс. т в год) [2] и показателей уровня здоровья населения (младенческой смертности, общей заболеваемости и коэффициента жизненности) [3] проведен анализ взаимодействия среды проживания и показателя уровня здоровья как одной из главных составляющих образа и качества жизни населения. Сравнительная характеристика показала следующее:

**Зона умеренного дискомфорта (УД) климата:** 1) с минимальными выбросами: высокий (В) уровень здоровья (0,80–1,0) – Баяндаевский район (0,91); повышенный уровень (ПВ) (0,60–0,79) – Ольхонский (0,77); Эхирит-Булагатский (0,73); Осинский (0,70); Балаганский (0,67); Боханский (0,65); средний (СР) уровень (0,40–0,59) – Усть-Удинский (0,59); Нукутский (0,54); Усольский (0,51); Черемховский (0,51); Зиминский (0,49); Аларский (0,47); Куйтунский (0,41). 2) со средними выбросами: В – Иркутский (0,86); ПВ – Слюдянский (0,66); Тулунский (0,66); Заларинский (0,63); СР – Тайшетский (0,45); пониженный (ПН) уровень здоровья (0,20–0,39) – Нижнеудинский (0,36). 3) с максимальными выбросами: СР – Шелеховский (0,51); Ангарский (0,46). **Зона сильного дискомфорта (СД):** 1) с мин. выбросами: ПВ – Киренский (0,60); СР – Качугский (0,58); ПН – Чунский (0,32). 2) со сред. выбросами: ПВ – Казачинско-Ленский (0,64); СР – Братский (0,53); Жигаловский (0,48); Усть-Илимский (0,46). ПН – Нижнеилимский. 3) с максим. выбросами: СР – Усть-Кутский (0,58). **Зона очень сильного дискомфорта (ОСД):** 2) со сред. выбросами: СР – Бодайбинский (0,58); ПН – Мамско-Чуйский (0,26). 3) с максим. выбросами: Д. Низкий (Н) уровень здоровья (0,0–0,19) – Катангский (0,06).

В результате выявлено, что большее количество районов с высоким и повышенным уровнем здоровья населения приходится на зону умеренного дискомфорта климата с минимальными и средними значениями выбросов в атмосферу.

| Количество выбросов в атмосферу | Максимальные | -      | СР (2)* | -      | СР (1) | -   | -      | Распределение уровней здоровья населения |
|---------------------------------|--------------|--------|---------|--------|--------|-----|--------|--|
|                                 |              | -      | -       | -      | -      | -   | Н (1)  |  |
|                                 | Средние      | ПВ (3) | СР (1)  | ПВ (1) | СР (3) | -   | СР (1) |  |
|                                 |              | В (1)  | ПН (1)  | -      | ПН (1) | -   | ПН (1) |  |
| Минимальные                     | ПВ (5)       | СР (7) | ПВ (1)  | СР (1) | -      | -   |        |  |
|                                 | В (1)        | -      | -       | ПН (1) | -      | -   |        |  |
| Зоны дискомфорта климата        |              | УД     |         | СД     |        | ОСД |        |  |

СР (2)\* – Средний уровень здоровья, (2) – количество муниципальных районов

## Литература.

1. Рященко С. В. Качество жизни в антропоэкологическом измерении. // География и природ. ресурсы. – 2012. – № 3. – С. 118–125.
2. Природные ресурсы и охрана окружающей среды. Стат. сб. – Иркутск: Иркутскстат, 2015. – 99 с.
3. Дмитриева Ю. Н. Социально-географическое исследование качества жизни населения региона (на примере Иркутской области) // Качество жизни россиян: социально-экономический, политико-правовой и социокультурный аспекты. – Новосибирск: Изд-во АНС «СибАК», 2016. – С. 50–68.

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К СЕЙСМИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ ТЕРРИТОРИИ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А. А. Добрынина<sup>1</sup>, Е. Н. Черных<sup>1</sup>, В. А. Саньков<sup>1</sup>, В. В. Чечельницкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Байкальский филиал ФИЦ «Единая Геофизическая служба РАН», г. Иркутск

E-mail: [dobrynina@crust.irk.ru](mailto:dobrynina@crust.irk.ru)

Инструментальные данные о колебательных движениях грунта при сильных землетрясениях являются основой современного сейсмического районирования. Слабое развитие сетей сейсмологических наблюдений на территории Сибири не дает возможности осуществить прямые оценки сильных движений при землетрясениях, в связи с чем большое значение приобретают расчетные методы прогноза сильных движений. В работе представлены результаты оценки сейсмической опасности районов юга Сибирской платформы по данным сети сейсмических станций, действовавшей в 1992 г. на территории России и Монголии в рамках российско-американского проекта [1]. Согласно карте зон ВОЗ, зона с максимально возможной магнитудой ( $M_{\max} = 7,6-7,9$ ) приурочена к Главному Саянскому разлому, ближайшие зоны ВОЗ с магнитудами  $M_{\max} = 7,1-7,5$  включают в себя Обручевский сброс и Тункинскую систему разломов [2]. Для расчета теоретических спектров ускорений, значений пиковых ускорений и периодов колебаний использовалось модифицированное прогностическое уравнение движения грунта [3]. При расчетах учитываются геологические условия (добротность среды –  $Q$ , влияние осадочного чехла и скорость поперечных сейсмических волн в верхней части разреза  $V_{S30}$ ) и характеристики зоны ВОЗ –  $M_{\max}$  и тип подвижки в очаге. Методом пространственной корреляции [4] рассчитывались скоростные разрезы под сейсмическими станциями и оценивалась толщина осадочного чехла. Добротность земной коры рассчитывалась для каждой станции по коду поперечных волн 30 землетрясений с энергетическими классами  $K = 6,8-10,1$ , произошедших в районе Южного и Центрального Байкала в 1992 г. Значения  $Q$  для станций Иркутск и Листвянка получены авторами ранее [5]. В результате расчетов определены спектры ускорений, а также значения максимальных пиковых амплитуд и периодов движений грунта для профиля от Байкальской рифтовой системы до Братска. Значения PGA были пересчитаны в баллы по шкале MSK-64 согласно стандартному подходу. Наилучшее совпадение полученных результатов наблюдается с картой общего сейсмического районирования ОСР-97-А.

*Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области (р\_сибирь\_a № 14-45-04157).*

## Литература.

1. Davis P. M. et al. Baikal 1992 Seismic Array Project Data Report // Dept. of Earth & Space Sciences; University of California, LA; Los Angeles, CA 90095-1567.
2. Леви К. Г. и др. Современная геодинамика: сеймотектоника, прогноз землетрясений, сейсмический риск (фундаментальные и прикладные аспекты) (Статья II) / Литосфера Центральной Азии. Отв. ред. Логачев Н.А. – Н.: Наука. 1996. – С. 150–182.
3. Graizer V., Kalkan E. Summary of the GK15 ground-motion prediction equation for horizontal PGA and 5% damped PSA from shallow crustal continental earthquakes // Bulletin of the Seismological Society of America. – 2016. – Vol. 106(2). – P. 687–707. – doi: 10.1785/0120150194.
4. Bettig B. et al. Analysis of dense array measurements using the modified spatial autocorrelation method (SPAC). Application to Grenoble area // Boletín de Geofísica Teoría e Aplicada. – 2001. – Vol. 42, № 3-4. – P. 281–304.
5. Добрынина А. А. и др. Неоднородности поля затухания сейсмических волн на территории Южного Прибайкалья и Забайкалья // Изв. ИГУ. Сер. «Науки о Земле». – 2016. – Т. 17. – С. 46–63.

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

З. Б.-Д. Дондоков, Г. О. Борисов

Бурятский научный центр СО РАН, г. Улан-Удэ  
E-mail: [dzorikto@mail.ru](mailto:dzorikto@mail.ru), [borisovgo@bk.ru](mailto:borisovgo@bk.ru)

Озеро Байкал является объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО. На Байкальской природной территории (БПТ) введен особый режим хозяйственной деятельности [1]: запрещены или ограничены многие ее виды. Это приводит к значительным экономическим потерям, связанным со снижением производства в лесопромышленном, минерально-сырьевом и аграрном комплексах, с ухудшением инвестиционного климата.

Правоприменительная практика ряда законодательных актов по охране оз. Байкал приводит к невозможности осуществления природоохранных мероприятий на БПТ, включая строительство очистных сооружений, линий электропередач и иных объектов коммунальной инфраструктуры. Ухудшаются условия проживания населения прибрежных территорий. Запрет на проведение сплошных санитарных рубок в центральной экологической зоне оз. Байкал препятствует эффективной борьбе с пожарами.

Для БПТ остро стоит проблема регулирования уровня воды в оз. Байкал. В соответствии с постановлением Правительства РФ в 2001 г. установлены его предельные значения [2]. Превышение максимального уровня озера влечет затопление земель и снижение их природного и хозяйственного потенциала, ухудшение условий воспроизводства рыб, водоплавающих птиц, животных, повышение уровня грунтовых вод, размыв берегов и деформацию береговых сооружений. Снижение уровня воды ниже минимальных значений приводит к негативному воздействию на экосистему озера, затруднению судоходства в Ангаро-Енисейском бассейне, нарушению водоснабжения в нижнем бьефе Иркутского гидроузла и на побережье Байкала, нарушению условий воспроизводства биологических ресурсов озера и его побережья.

Для решения проблем социально-экономического развития БПТ и обеспечения соблюдения природоохранных требований и обязательств по сохранению уникальной экосистемы оз. Байкал необходимо совершенствование ряда федеральных и региональных законодательных актов. На наш взгляд, в федеральные и региональные программы, связанные с охраной оз. Байкал, в том числе национальный проект «Байкал: великое озеро великой страны», целесообразно наряду с природоохранными мероприятиями включать проекты по социально-экономическому развитию БПТ.

Для осуществления текущей работы по природоохранной деятельности, развитию инвестиционной среды за счет привлечения инвесторов и участию в реализации производственных и инфраструктурных проектов на БПТ необходимо создать корпорацию по охране оз. Байкал и социально-экономическому развитию Байкальской природной территории.

### **Литература.**

1. Федеральный закон от 1 мая 1999 г. N 94-ФЗ "Об охране оз. Байкал".
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 марта 2001 г. № 234 "О предельных значениях уровня воды в оз. Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности».

## НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЛЕСНЫХ СРЕД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОСЕКУНДНЫХ РАДАРОВ

Б. Ч. Доржиев, О. Н. Очиров

Институт физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ  
E-mail: [bchdorj@yandex.ru](mailto:bchdorj@yandex.ru), [1\\_2\\_z@mail.ru](mailto:1_2_z@mail.ru)

Одна из важнейших проблем человечества, к решению которой относятся экологическая безопасность и устойчивость общественного развития, – рациональное использование лесов. Проблема оценки состояния лесов, их сбережения и рационального использования связана с применением аэрокосмических информационных технологий и методов дистанционного зондирования. Наиболее перспективны в этом плане спутниковые системы микроволнового диапазона в силу их высокого разрешения и высокой производительности. Однако до настоящего времени не установлено однозначное соответствие между аэрокосмическими методами измерений параметров лесов и наземными радиофизическими измерениями, несмотря на обширные исследования в этой области. Поэтому изучение механизмов взаимодействия электромагнитных волн с различными природными средами, в том числе и с лесными на основе современных технологий, представляется на сегодня весьма актуальной задачей.

Вместе с тем в настоящее время повысился интерес к возможностям сверхкороткоимпульсной радиолокации (СКИРЛ), вызванный тем, что радиолокационные станции (РЛС) сверхкороткими импульсными радиосигналами способны решать весьма сложные задачи в различных областях народного хозяйства и военной техники. Такой повышенный интерес к СКИ-технологиям не случаен. Несмотря на то что в этой области достигнуты значительные результаты, все большую актуальность приобретают проблемы, связанные с разработкой новых методов и алгоритмов оценок параметров и характеристик окружающей среды.

1. На базе данной технологии исследованы ослабляющие свойства хвойных со-сновых лесов с использованием наносекундных радаров с длительностью импульса 10 нс и рабочей частотой 10 ГГц. В случае горизонтальной локации леса в дополнение к известным были выявлены следующие особенности – высокая проникающая способность сверхкороткоимпульсных сигналов вглубь лесной среды и возможность регистрации «затененных» деревьев, стоящих вдоль направления зондирования. В сочетании с высоким пространственно-временным разрешением это послужило основой для совершенствования метода радиотомографии лесных сред. Натурные исследования были проведены на территории Кабанского заказника, который входит в число 18 эталонных лесничеств России. Сопоставление полученной томограммы с реальным расположением деревьев показывает хорошее согласие.

2. Проведены исследования ослабляющих свойств лиственного леса (береза *Betula alba*) для выявления сезонных вариаций коэффициента ослабления. В период интенсивного сокодвижения (апрель) установлено возрастание ослабления, после которого наступает спад до начальных значений. Затем, с увеличением потребления влаги березой, отмечается нарастание ослабления, достигающего максимальных значений в летние месяцы. Таким образом, выявлен дополнительный тип ослабления в весенний период, который ранее нигде не отмечался. На основе экспериментальных данных проведена оценка эффективной проводимости лесного слоя в зависимости от сезона года (весна, лето, осень). Краткосрочные и долгосрочные изменения полученных электрических параметров могут быть использованы для уточнения эмпирических моделей рассеяния.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (1605-00786).*

# КАЧЕСТВО ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ: ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ БАКТЕРИОФАГОВ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГЛУБОКОВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

В. В. Дрюккер, А. С. Горшкова, С. А. Потапов, О. И. Белых

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [drucker@lin.irk.ru](mailto:drucker@lin.irk.ru)

В последнее время в морях и океанах установлена высокая численность вирусных частиц-бактериофагов – до  $10^{8-10}$  частиц/мл, которая значительно превышает количество бактерий в воде [1]. Вирусы ввиду своей многочисленности в водных экосистемах оказывают крупномасштабное воздействие на глобальные процессы в биосфере, в частности контролируют численность, разнообразие и эволюцию микроорганизмов. Фаги – самые мелкие организмы водных экосистем, измеряемые в нанометрах, они способны быстро размножаться, вызывая лизис бактерий, влиять на биогеохимические и экологические процессы, осуществлять перенос генов.

Изучение колифагов в воде оз. Байкал и его притоках было начато нами в 1997 г. в связи с обнаружением в прибрежных водах большого количества условно-патогенных бактерий (выделено 898 штаммов) [2]. Тогда же по результатам комплексных микробиологических и гидробиологических исследований нами был дан прогноз качества воды для литоральной части Байкала с возможным эвтрофированием некоторых акваторий озера, который оправдался в настоящее время. С 2002 г. нами проводятся исследования таксономического и генетического разнообразия, численности, размерного спектра автохтонных бактериофагов, выделенных из различных биотопов глубоководного оз. Байкал. Максимальная концентрация вирусных частиц в водной толще Байкала (до 1200 м), определенная двумя методами, составляет  $6,75 \cdot 10^6$  частиц/мл. В водной толще и биопленках найдено 9 из 10 известных семейств ДНК-фагов, а также 4 новых морфотипа, что доказывает функционирование в экосистеме Байкала неизвестного ранее трофического звена – «автохтонные бактериофаги» [3]. Проведено определение последовательности полного генома гигантского фага PaBG из семейства *Myoviridae*, показано генетическое разнообразие миовирусов в биопленках и планктоне. Разработана современная схема «микробной петли» экосистемы озера, отражающая функционирование и взаимодействие автохтонных бактериофагов со всеми уже известными ее составными частями. Бактериофаги по таксономическому и генетическому составу, размерному спектру и численности отличаются в водной толще, в нейстонной пленке на границе фаз вода – воздух, в биообрастаниях на природных геологических средах. Это указывает на наличие в Байкале различных биологических систем функционирования вирус – хозяин, а также механизмов их взаимодействия в отличающихся экологических условиях, что в основном и определяет высокое качество природных вод озера. Для целенаправленного изучения структуры и функционирования вирусов в различных трофических звеньях экосистем морей, озер, рек, водохранилищ, болот, что сейчас является приоритетным направлением в биологии, предлагается ввести научный термин «водная вирусология».

## Литература.

1. Bergh O., Borsheim K.Y., Bratbak G., Haldal M. High abundance of viruses found in aquatic environments // Nature. – 1989. – Vol. 340. – P. 467–468.
2. Панасюк Е. Ю., Дрюккер В. В. Биоразнообразие потенциально-патогенных бактерий, выделенных из воды оз. Байкал // Оценка современного состояния микробиологических исследований в Восточно-Сибирском регионе. – Иркутск, 2002. – С. 115.
3. Дрюккер В. В., Дутова Н. В. Фаги оз. Байкал // Микроорганизмы в экосистемах озер, рек и водохранилищ: Тез. Междунар. Байкальского микробиол. симпоз. – Иркутск, 2003. – С. 35.

# СИСТЕМА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ УРБОТЕХНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С. А. Дубровская

Институт степи УрО РАН, г. Оренбург

E-mail: [skaverina@bk.ru](mailto:skaverina@bk.ru)

Урботехносистема – сложный комплекс с внутренними и внешними взаимосвязями, возникающими в процессе интенсивной деятельности человека, который создает в городских условиях искусственную природно-антропогенную среду, приводящую к кардинальным изменениям природного ландшафта. Развитие промышленности, транспорта ставит города на грань системного экологического кризиса, связанного с высоким массовым загрязнением всех природных компонентов урбоэкосистемы отходами, выбросами, стоками, содержащими высокие концентрации поллютантов. Усиливается влияние загрязнений, имеющих квантовую, волновую и тепловую природу. Урбанизированный ландшафт представлен единым «плато», термическая однородность которого нарушается под влиянием «зеленых зон», водных поверхностей (область пониженных температур) и плотной застройкой, промышленными и линейными объектами (область тепла), согласно изучению теплового загрязнения городских ландшафтов. На основе снимков в тепловом инфракрасном диапазоне для выявления устойчивых тепловых аномалий, тепловых структур местности нами получены картографические модели урбанизированной территории, связанные с техногенными геосистемами городских территорий степной зоны. На основе этого удалось выявить районы города, различающиеся по уровням поверхностного острова тепла. По результатам неконтролируемой классификации IsoData по структуре тепловых зон выделяются общая закономерная структура для урболандшафта (картографическая модель): *сетчатая* или *ячеистая* – дифференциация относительно «холодных» и полигонов с очень высокой интенсивностью теплового излучения (транспортная сеть) равномерно; *комплексно зональная* – четкая дифференциация тепловых полей по эколого-функциональному зонированию города.

Проведение комплексного мониторинга растительного покрова урбанизированных ландшафтов для определения зависимости интенсивности теплового излучения от степени активности вегетации городской растительности производился по расчету вегетационного индекса NDVI и трендов его изменения на основе имеющихся спектральных данных каналов в красной (0,60–0,75 мкм) и ближней инфракрасной (0,75–1,3 мкм) зонах. Ранжирование полученных трендов распределялось согласно индексу: устойчивый негативный тренд; значимый негативный тренд; тренд отсутствует; значимый позитивный тренд; устойчивый позитивный тренд. Картографические модели многовременных разносезонных снимков тепловых диапазонов и шкала индекса NDVI позволяют выделить области минимального и максимального комфорта. Таким образом, возрастает необходимость разработки рекомендаций для усовершенствования городского природопользования и улучшения благоустроенности урбосистемы.

*Работа выполнена в рамках государственного задания «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды» № ГР АААА-А17-117012610022-5.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЭНДЕМИЧНОГО ДЛЯ ФЛОРЫ СИБИРИ ВИДА *ARTEMISIA JACUTICA* DROB.

Е. П. Дыленова<sup>1,2</sup>, С. В. Жигжитжапова<sup>1,2</sup>, Т. Э. Рандалова<sup>2</sup>, Л. Д. Раднаева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ;

<sup>2</sup>Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

E-mail: [edylenova@mail.ru](mailto:edylenova@mail.ru)

Полынь якутская (*Artemisia jacutica* Drob.) – это травянистое одно- или двулетнее растение, являющееся эндемичным ксерогалофитом, произрастающим в Средней и Восточной Сибири [1]. Данный вид имеет практическую значимость для медицины, так как содержит комплекс биологически активных веществ, таких как эфирные масла, сесквитерпеновые лактоны, жирные кислоты и др. Известно, что нетоксичным соединением природного происхождения, обладающим противовоспалительным, бактерицидным, регенераторным действием, является хамазулен, содержащийся в большом количестве в эфирном масле полыни якутской.

На территории Республики Бурятия полынь якутская произрастает лишь в Еравнинском районе, с. Ширинга, на берегу соленого озера. Данный вид перспективен для создания новых лекарственных средств на его основе, однако его ресурсный потенциал весьма ограничен. С целью сохранения данного эндемичного природного объекта нами предлагается введение полыни якутской в интродукцию.

Задачи настоящей работы – скрининг сесквитерпеновых лактонов, изучение компонентного состава эфирного масла, а также исследование липидной фракции травы полыни якутской.

Материалом для исследования служила трава полыни якутской, собранная в фазе цветения на территории Еравнинского района. Гербарные образцы хранятся в лаборатории химии природных систем Байкальского института природопользования СО РАН. Скрининг на сесквитерпеновые лактоны проводили методом ИК-спектроскопии. Наличие полос поглощения в области 1740–1800 см<sup>-1</sup> (характерной для C = O γ-лактона) свидетельствует о присутствии сесквитерпеновых лактонов в хлороформном извлечении полыни якутской травы [2]. Эфирное масло получали методом гидродистилляции из воздушно-сухого сырья. Компонентный состав эфирного масла изучали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе. Выход эфирного масла составил 0,64 %. При исследовании компонентного состава было идентифицировано более 41 компонента. Доминирующие компоненты: хамазулен (21,73 %), эвдесмол (24,95), нерил-2-метилбутаноат (17,87), нерилпентаноат (5,36), 1,8-цинеол (2,06 %), относящиеся к классам моно- и сесквитерпеноидов. Также методом ГХ-МС нами исследован жирнокислотный состав. Жирные кислоты (ЖК), содержащиеся в больших количествах, представлены пальмитиновой (13,37 %), линолевой (27,56) и линоленовой (13,62 %) кислотами. Липидная фракция представлена 21 ЖК, стеринами, алканами, алкенами. Содержание ЖК в растениях обусловлено важной ролью данных соединений в адаптации к условиям низких температур.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Бурятия (проект № 15-44-042330 p\_сибирь\_a).*

### **Литература.**

1) Флора Сибири. Т. 13: Asteraceae (Compositae) / Под ред. И. М. Красноторова, М. Н. Ломоносова, Н. Н. Тупицына и др.: в 14 т. – Новосибирск: Наука, 1997. – 472 с.

2) Тарасевич Б. Н. ИК спектры основных классов органических соединений // Справочные материалы. – М.: МГУ, 2012. – 55 с.

# ТУРИСТСКОЕ ОСВОЕНИЕ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

О. В. Евстропьева

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [ledotop@irigs.irk.ru](mailto:ledotop@irigs.irk.ru)

В Байкальском регионе сложилась байкалоцентрированная туристско-рекреационная система. В границах центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) выявлено более семидесяти территорий, где сосредоточено свыше 500 коллективных средств размещения (КСР) общего и специального назначения. По оценке Института географии СО РАН (ИГ СО РАН), их общая единовременная емкость в период полной загрузки составляет около 20 тыс. чел. С учетом средней продолжительности пребывания туристов на байкальском побережье (4 сут.) и загрузки КСР в высокий сезон (70 %), расчетная численность отдыхающих в летний сезон может составлять более 400 тыс. чел. Расчеты проведены без учета мест размещения, предоставляемых местным населением в частных усадьбах, и мест самодеятельного палаточного отдыха. Наибольший объем летних турпотоков приходится на Ольхонский и Слюдянский районы Иркутской области и Кабанский район Республики Бурятия (см. табл.).

**Распределение турпотока между административными районами Иркутской области и Республики Бурятия на побережье оз. Байкал в высокий сезон (90 дней с загрузкой КСР 70 %) (экспертная оценка)**

| Административные районы субъектов РФ | Число объектов размещения | Число мест | Ориентировочная численность отдыхающих за высокий сезон, чел. |         |
|--------------------------------------|---------------------------|------------|---|---------|
| Республика Бурятия                   | Северо-Байкальский        | 29         | 1 161   | 19 430  |
|                                      | Баргузинский              | 42         | 1 614   | 21 975  |
|                                      | Прибайкальский            | 58         | 1 989   | 31 200  |
|                                      | Кабанский                 | 82         | 1 812   | 80 120  |
| Иркутская область                    | Слюдянский                | 85         | Более 3 000   | 75 800  |
|                                      | Иркутский                 | 77         | Более 2 775   | 43 680  |
|                                      | Ольхонский                | 143        | Более 7 448   | 130 430 |

Источник данных: фондовые материалы Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН

Нормы рекреационных нагрузок в ЦЭЗ БПТ установлены Приказом Минприроды России от 5 марта 2010 г. № 63 [1]. Одна из первых работ по комплексной оценке и картографированию рекреационных свойств природных экосистем байкальского побережья в ИГ СО РАН осуществлена С. В. Рященко и С. П. Бусловым [2]. Вопросы рекреационной устойчивости и значимости являются обязательным разделом проектов по экологически ориентированному планированию землепользования на Байкальской природной территории [3]. В 2016 г. в рамках проекта, выполненного по ФЦП «Социально-экономическое развитие и охрана природы в центральной экологической зоне Байкальской природной территории», ИГ СО РАН и Байкальским институтом природопользования СО РАН актуализированы работы по данной тематике. Институтом географии предложена логическая схема научно-практической разработки по оценке и нормированию рекреационных нагрузок, туристско-рекреационному зонированию, разработке правил и мониторингу рекреационной деятельности в ЦЭЗ БПТ с учетом социальных, экономических и природоохранных приоритетов развития прибрежных районов Иркутской области и Республики Бурятия.

## Литература.

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 05.03.2010 № 63 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на

уникальную экологическую систему оз. Байкал и перечня вредных веществ, в т. ч. веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы оз. Байкал» [Электронный ресурс]. – <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12076656/> (дата обращения 15.07.2016).

2. Байкал. Атлас. – М.: Межведомственный научный совет по программа «Сибирь» СО РАН, Федеральная служба геодезии и картографии России. – 1993. – с. 126.

3. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район / Отв. ред. Е. Г. Суворов, А. Н. Антипов, Ю. М. Семенов и др. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. – 140 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУД И СКОРОСТЕЙ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ БАЙКАЛЬСКИХ ТЕРРАС ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРАСОВОГО КОМПЛЕКСА УШКАНЬИХ ОСТРОВОВ

И. М. Ефимова, Ф. Л. Зуев

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [Yefimova@crust.irk.ru](mailto:Yefimova@crust.irk.ru)

Для решения вопросов о количестве, гипсометрическом положении, возрасте, генезисе террас Ушканьих островов и о вкладе дифференцированных неотектонических движений, а также изменений уровня Байкала в их формирование были проведены специальные, детальные геолого-геоморфологические исследования. В ходе полевых работ выполнялись геолого-геоморфологические маршруты с составлением профилей GPS нивелирования, вскрытием и опробованием отложений, перекрывающих террасовидные поверхности. По данным GPS-нивелирования были построены серии профилей, отражающие топографию поверхностей террас, что позволило уточнить их гипсометрию и создать максимально подробную на сегодняшний день картографическую схему террас и цифровую модель рельефа Ушканьих островов. По результатам корреляции высотных уровней террас островов с лестницами террас материковой части озера были получены новые данные о геодинамической активности локальных участков береговой зоны Байкала за неоплейстоцен-голоценовый период.

С целью выяснить амплитуды и характер деформаций самой молодой 1-й озерной террасы в пределах Большого Ушканьего острова была построена плоскость, аппроксимирующая по методу наименьших квадратов набор точек, полученных нами в результате GPS-измерений и барометрического нивелирования отметок тыловых швов фрагментов первой террасы. Было установлено, что полученная таким образом плоскость имеет направление падения на северо-запад с азимутом  $139^\circ$  и наклон падения 1 метр высоты на километр расстояния при стандартной ошибке 0,8 м/км. Наклон линии падения составляет 1, 06 м/км, или 0,06 м/градус. Если принять временной промежуток, за который возник «перекос» плоскости первой террасы, равным около 6 тыс. лет (ранне-среднеголоценовый возраст образования первой байкальской террасы по [1]), расстояние между самой высокой и самой низкой точкой плоскости в пределах острова, и сопоставить их с длиной острова вдоль линии падения полученной плоскости (3, 3 км), то вычисленная таким образом скорость перекоса будет равна 0,6 мм/год. «Перекос» плоскости первой террасы острова в широтном направлении с востока на запад составил 0,44 мм/год, в долготном направлении с юга на север – 0,4 мм/год.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области (р\_сибирь\_а № 14-45-04163).*

### **Литература.**

1. Мац В. Д. Байкальские террасы низкого комплекса // Природа Байкала. – Л.: ВГО, 1974. – С. 31–56.

# ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Н. В. Ефимова

Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск

E-mail: [medecolab@inbox.ru](mailto:medecolab@inbox.ru)

Здоровье населения – один из основных критериев состояния экологической среды. Цель исследования – дать оценку состояния здоровья населения СФО и выявить зоны риска, обусловленные влиянием среды обитания.

По данным Росстатуправления за 2005–2015 гг. проведен анализ показателей заболеваемости, частоты нарушения здоровья у детей по результатам медосмотров, ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) и параметров, характеризующих техногенную нагрузку на природную среду, социальные и экономические условия. Для доказательства влияния факторов среды на здоровье использованы результаты углубленных исследований на выборочных группах риска.

Установлено, что заболеваемость всего населения в СФО составила 861,3 случая на 1000 человек. Ранжирование свидетельствует, что заболеваемость лиц старше трудоспособного возраста > детей > подростков > трудоспособного населения. ОПЖ, как и на протяжении длительного времени, ниже, чем в среднем по РФ, на 3–5 лет [1]. Кластерный анализ показателей состояния здоровья позволил выявить следующие группы: I – Иркутская и Омская области; II – Республики Тыва и Бурятия; III – Алтайский край; IV – все прочие территории СФО. Данные кластеры достоверно различаются по заболеваемости: в I-м максимальный уровень у детей –  $2454,2 \pm 13,9 \%$ ; во II по всем группам самые низкие показатели; в III – максимальные уровни у подростков и взрослых ( $2873,9 \%$ ;  $2530,5 \%$ ).

Интересным представлялось определение дифференциации факторов среды обитания в указанных кластерах. Выявлены различия по среднедушевому доходу ( $p = 0,0009$ ), % лиц с доходом ниже прожиточного минимума ( $p = 0,008$ ), ВРП ( $p = 0,001$ ). Заболеваемость во всех возрастных группах ассоциируется с уровнем загрязнения атмосферного воздуха ( $r = 0,8-0,9$ ;  $p = 0,000$ ); а у детей, кроме того, со среднедушевым доходом ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,049$ ) и % лиц с низким доходом ( $r = -0,74$ ;  $p = 0,006$ ).

На территориях риска выявлены нарушения общей реактивности у детского населения, что приводит к нарушениям иммунного ответа и формированию хронической патологии [2, 3].

## Литература.

1. Лещенко Я. А. Демографические процессы и динамика общественного здоровья в Иркутской области в 90-е годы. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2000. – № 3. – С. 19–23.
2. Ефимова Н. В., Катульская О. Ю., Абраматец Е. А., Несмеянова Н. Н., Тихонова И. В. Особенности формирования хронической патологии органов дыхания у подростков Ангарска // Гигиена и санитария. – 2011. – № 1. – С. 83–85.
3. Маснабиева Л. Б., Бударина Л. А., Кудяева И. В. Состояние общей реактивности у подростков, проживающих в районах с различными уровнями загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. – 2012. – № 6. – С. 49–50.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПО ЕГО ЭЛЕКТРОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ В МТЭ

Г. О. Жданова<sup>1</sup>, Д. И. Стом<sup>1,2</sup>, Э. Э. Василевич<sup>2</sup>, Е. С. Чернуха<sup>2</sup>, М. Ю. Толстой<sup>2</sup>,  
Ю. О. Горбунова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск  
E-mail: [zhdanova86@ya.ru](mailto:zhdanova86@ya.ru)

Активный ил – основной компонент биологической очистки сточных вод. Ухудшение его физиологического состояния может подавлять процессы очистки. Для эффективной работы очистных сооружений необходим непрерывный контроль физиологического состояния активного ила. С этой целью чаще всего применяются такие показатели, как иловый индекс и дегидрогеназная активность. Однако первый прием не позволяет прямо судить о способности активного ила трансформировать конкретные компоненты стоков, а второй не дает однозначного ответа. Ведь повышение активности ферментов может быть связано с их выходом в культуральную жидкость при разрушении клеточных стенок и гибели микроорганизмов ила. Кроме длительности проведения анализов выше приведенные методы не позволяют вести непрерывное наблюдение за активностью ила. Более того, практически отсутствуют методы оценки активности ила в анаэробных условиях. В связи с этим целью данного сообщения выступила проверка возможности оценки физиологического состояния активного ила по его способности генерировать электрический ток в микробных топливных элементах (МТЭ). В работе использовали активный ил городских КОС правого берега р. Ангары г. Иркутска. Сравнивали пробы ила, отобранные из разных аэротенков. Электрогенную активность ила определяли в МТЭ, содержащем две камеры из оргстекла – анодную и катодную, разделенную ионоселективной мембраной МФ-4СК («Пластполимер», Россия). Электродами в экспериментах служила углеродная ткань (ОАО «СветлогорскХимволокно», Республика Беларусь).

Показатель илового индекса проб из 1-го аэротенка составил  $162,5 \pm 9,9$  см<sup>3</sup>/г. Это соответствовало регламенту и свидетельствовало о нормальном физиологическом состоянии ила. Индекс ила, взятого из 2-го аэротенка, в исследуемый период оказался выше нормы и достигал  $546,3,7 \pm 91,9$  см<sup>3</sup>/г. Исследование дегидрогеназной активности ила выявило следующее. Из двух проб более активным являлся ил, отобранный из 1-го аэротенка – показатель составил  $0,51 \pm 0,09$  усл. ед. В пробах ила из 2-го аэротенка наблюдалась менее низкая активность ( $0,08 \pm 0,02$  усл. ед.). Таким образом, по показателям илового индекса и дегидрогеназной активности ил в пробах № 1 оказался более активным, чем в пробах № 2. Полученным данным соответствовали и результаты оценки электрогенной активности исследуемых проб активного ила. Так, ил из аэротенка № 1 в течение эксперимента генерировал ЭДС до  $547 \pm 38$  мВ, силу тока – до  $514 \pm 76$  мкА. Указанные значения существенно превышали показатели МТЭ с илом из 2-го аэротенка. Во втором случае максимальное напряжение достигало лишь  $341 \pm 74$  мВ, сила тока –  $203 \pm 77$  мкА. Таким образом, проведенные серии экспериментов выявили соответствие между электрогенной активностью ила и показателями его илового индекса и дегидрогеназной активности. Это позволяет говорить о возможности применения электрогенной способности активного ила в МТЭ как одного из параметров его физиологического состояния.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (16-48-030881).*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНСОРЦИУМОВ В МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Г. О. Жданова<sup>1</sup>, Д. А. Юрьев<sup>1</sup>, А. В. Кашевский<sup>1</sup>, А. Ф. Лашин<sup>2</sup>, М. Н. Саксонов<sup>1</sup>

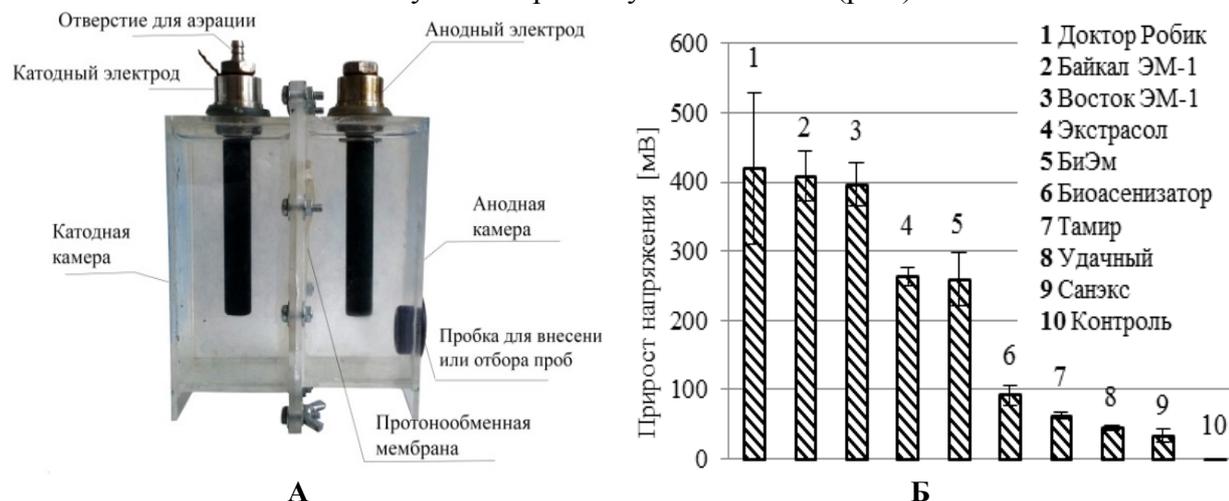
<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск;

<sup>2</sup>ООО НИВЦ «Энергофизика», г. Иркутск

E-mail: [zhdanova86@ya.ru](mailto:zhdanova86@ya.ru)

На территории Прибайкалья постоянно увеличивается количество отходов. Поэтому особенно перспективны разработки, направленные на утилизацию отходов или загрязнителей с одновременным получением полезных продуктов. Одно из таких направлений – технология получения электричества в ходе очистки сточных вод микроорганизмами в микробных топливных элементах (МТЭ). Важным аспектом при работе с МТЭ является подбор штаммов микроорганизмов и их консорциумов, способных активно утилизировать компоненты сточных вод и отходов. В связи с этим в данной работе оценивали возможность генерирования электричества при очистке модельных сточных вод в МТЭ комплексными коммерческими микробиологическими препаратами: «Восток-ЭМ1» («Приморский ЭМ-Центр», Владивосток, Россия), «Байкал-ЭМ1» и «Тамир» (ООО «ЭМ-Кооперация», Россия), «Биэм» (ИП Дугарова Д.Ц., Бурятия), «Биоасенизатор» (ООО «НПП «Биосинтез», Россия), «Доктор Робик» для выгребных ям и септиков (ООО «ВИПЭКО», Россия), «Санэкс» (ЗАО «К&К», Россия), «Удачный» для туалетов и выгребных ям (ООО НВП «БашИнком» Россия). Жидкие препараты вносили в МТЭ в количестве 20 мл, сухие – 1 г.

Среди испытанных микробных ассоциаций повышенной электрогенной активностью обладали препараты «Доктор Робик 109К», «Байкал ЭМ-1» и «Восток ЭМ-1». Прирост напряжения, генерируемого ими в эксперименте продолжительностью 3 сут., составлял  $419,4 \pm 75,5$ ,  $409 \pm 30,9$  и  $396 \pm 35,6$  мВ соответственно. Остальные препараты показали значительно меньшую электрогенную активность (рис.).



А – микробный топливный элемент. Б – прирост напряжения в МТЭ, содержащих различные препараты (электроды – углеродная ткань).

Таким образом, препараты «Восток ЭМ-1», «Доктор Робик 109К», «Байкал ЭМ-1» могут быть рекомендованы для генерирования электрического тока в МТЭ при очистке сточных вод. Преимуществом применения коммерческих комплексных препаратов является, прежде всего, их легкая доступность, техническая простота, широкий спектр субстратной специфичности, отсутствие необходимости использования микробиологической техники и культивирования микроорганизмов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (16-48-030887).

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРПЕНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛЫНЕЙ

С. В. Жигжитжапова<sup>1,2</sup>, Л. Д. Раднаева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ;

<sup>2</sup>Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

E-mail: [Zhig2@yandex.ru](mailto:Zhig2@yandex.ru), [radld@mail.ru](mailto:radld@mail.ru)

Полыни играют заметную роль в степных экосистемах и первыми заселяют нарушенные земли, образуя почти чистые заросли. Видовое разнообразие полыней и их экологическая пластичность делают их удобными моделями для выявления корреляций “химический состав – среда обитания”. Устойчивость вида к воздействию факторов абиотического и биотического характера обеспечивается степенью адаптации к условиям конкретного местообитания. Одним из компонентов механизмов, обеспечивающих успех в конкуренции, является выделение растениями химических соединений, прежде всего летучих веществ. Проведен анализ состава эфирного масла из надземной части широкоареального (полынь обыкновенная – *Artemisia vulgaris* L.), североамерикано-евразийского (полынь холодная – *Artemisia frigida* Willd.) видов.

Один из широкоареальных видов – полынь обыкновенная *Artemisia vulgaris* L., ее ареал включает Европу, Азию, Северную Америку. На основе данных по групповому составу эфирных масел полыни обыкновенной из разных стран методом главных компонент (МГК-анализ) и показано, что для эфирных масел полыни обыкновенной с территорий с достаточным увлажнением (европейские страны с гумидным климатом) характерно большое содержание монотерпенов. При смещении ареала полыни обыкновенной на восток в эфирном масле увеличивается разнообразие и количественное содержание сесквитерпеновых соединений.

Состав эфирного масла доминанта степных экосистем *Artemisia frigida* Willd. из разных стран менее вариабилен по сравнению с таковым полыни обыкновенной. Основными компонентами эфирного масла *A. frigida* являются 1,8-цинеол (6.6–23.4%), камфора (3.6–35.9%), борнеол (6.1–17.0%), терпинеол-4 (4.2–14.1%), борнилацетат (1.1–6.0%), гермакрен D (1.4–5.0%). МГК-анализ основных компонентов эфирных масел полыни холодной, что растения из регионов, более обеспеченных влагой характеризуются накоплением в масле 1,8-цинеола, борнилацетат, терпинеола-4 и  $\alpha$ -терпинеола. При смещении ареала полыни холодной на восток в эфирном масле увеличивается содержание сесквитерпеновых соединений, при этом прослеживается дихотомия. В части образцов происходит накопление кариофиллена и его оксида, в основном это образцы с аридных территорий (Монголия, Забайкальский край, степные районы Бурятии). В других образцах происходит накопление спатуленола, гермакрена D – это эфирные масла из растений с высокогорных территорий (Китай-Цинхай).

Постоянство биосинтетических путей составляющих эфирного масла отражает стабильность видового статуса полыни, а способность популяций вида в различных географических широтах синтезировать широкий ассортимент соединений определенного структурного типа, но различающихся степенью окисленности, объясняет широкую распространенность полыней, их высокий адаптивный потенциал.

*Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук и при финансовой поддержке РФФИ (научный проект № 15-44-042330 p\_сибирь\_a).*

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ ПО ДАННЫМ РЕЗУЛЬТАТОВ 70-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА

Е. А. Зилов, Л. С. Крашук, К. А. Онучин, Е. В. Пислегина, О. О. Русановская,  
С. В. Шимараева, М. А. Тимофеев

НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск  
E-mail: [director@bio.isu.ru](mailto:director@bio.isu.ru)

С февраля 1945 г. и по настоящее время ученые НИИ биологии Иркутского государственного университета выполняют уникальный проект долговременного экологического мониторинга оз. Байкал. Регулярный еженедельный круглогодичный отбор проб (фитопланктон с глубин 0, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250 м, зоопланктон из слоев 0–10, 10–25, 25–50, 50–100, 100–150, 150–250 м) осуществляется на «Пелагической стационарной станции № 1». Она расположена в Южном Байкале, напротив пос. Большие Коты (51°52'48" с. ш. 105°05'02" в. д., расстояние 2,7 км от берега, над глубиной 800 м).

Результаты мониторинга говорят о том, что в планктоне глубоководной зоны оз. Байкал наблюдается ряд тенденций. В **фитопланктоне**: возрастает численность мелкоклеточных космополитных видов, массовых в конце лета–осенью (*Monoraphidium pseudomirabile* (Korschik.) Hindak et Zagorenko, *Koliella longiseta* (Vischer.) Hind., *Chrysochromulina parva* Lackey, *Dynobryon cylindricum* Imh., *Dynobryon sociale* Ehr., *Rhodomonas pusilla* (Bachm.) Javor.); уменьшается численность крупноклеточных эндемичных видов, вегетирующих подо льдом (*Gymnodinium baicalense* Antip., *Aulacoseira scvorzowii* Edlund, Stoermer, Taylor, *Aulacoseira baicalensis* (K. Meyer) Simonsen, *Stephanodiscus meyeri* Genkal et Popovsk., *Cyclotella baicalensis* (K. Meyer) Skv.). В **зоопланктоне**: растёт численность не эндемиков (клядоцер *Daphnia* (*Daphnia*) *longispina* Müller, *Bosmina* (*Bosmina*) *longirostris* Müller, летне-осенних коловраток (*Conochilus unicornis* Rouss., *Synchaeta stylata* Wierzejski, *Synchaeta grandis* Zacharias, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Asplanchna herricki* Guerne, *Collotheca mutabilis* Hudson и др.); снижается численность эндемичных подледных коловраток (*Synchaeta pachypoda* Jaschnov, *Synchaeta pachypoida* Kutikova et Vassiljeva, *Synchaeta prominula* Kutikova et Vassiljeva, *Notholca grandis* Vor., *Notholca intermedia* Vor.) и круглогодичных коловраток (*Keratella quadrata* Müll., *Keratella cochlearis* Gosse, *Kellicottia longispina* Kell. *Filinia terminalis* Plate).

Тенденции могут быть следствиями разных причин. Наблюдаемые колебания численности планктонтов – часть неких долговременных автоколебательных процессов в экосистеме озера. Тренды – продукт глобальных изменений климата. На многих других водоемах также наблюдаются многочисленные примеры роста численности мелкоклеточного фитопланктона, мелких коловраток, клядоцер, снижения численности крупноклеточного фитопланктона.

Тренды – следствие регионального загрязнения. Они практически совпадают с предсказанными в 1990–2000 гг. изменениями в экосистеме Байкала, индуцированными химическим загрязнением озера.

*Настоящая работа выполнена при поддержке проекта Минобрнауки РФ 6.1387.2017/ПЧ «Комплексная оценка состояния планктонного сообщества оз. Байкал - структура, тенденции и прогноз в свете проблемы глобальных климатических изменений и роста антропогенной нагрузки» и гранта Фонд поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал» (<https://baikalfoundation.ru/project/tochka-1/>)*

## СОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА АРКТИКИ И ЕГО ВЛИНИЕ НА ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В. В. Иванов

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр России, г. Москва;  
Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,  
г. Санкт-Петербург  
E-mail: [vladimir.ivanov@aari.ru](mailto:vladimir.ivanov@aari.ru)

В последние годы с Арктикой связываются как большие надежды, так и серьезные опасения. В результате глобального потепления, реальность которого уже практически не подвергается сомнению, роль Арктики в международной политике и экономике существенно возросла. Для России – крупнейшей арктической державы – усилившееся в последние годы таяние морских льдов в Северном Ледовитом океане (СЛО) представляет первостепенную важность в свете национальных интересов по разработке полезных ископаемых на арктических шельфах, расширению зон промышленного рыболовства и открывающихся возможностей для трансарктической навигации. Продолжающееся сокращение ледяного покрова СЛО также имеет ряд далекоидущих последствий для гидрометеорологических процессов в Арктике, что может оказать (и, возможно, уже оказывает) существенное влияние на климатические и погодные условия не только в Арктике, но и в умеренных широтах. Зима 2016–2017 гг. оказалась рекордной: площадь арктического морского льда не превысила 14,5 млн км<sup>2</sup>, что на 1 млн км<sup>2</sup> меньше, чем средняя площадь зимнего ледяного покрова за весь период спутниковых наблюдений с 1979 г. Учитывая известный факт «сезонной памяти» параметров ледяного покрова, можно обоснованно предполагать, что скорость очищения СЛО в последние годы возросла, что дает основания предсказывать более быстрый переход к сезонно-безледному СЛО, чем это прогнозировалось в климатических моделях еще несколько лет назад. Тревожным последствием перехода к сезонно-безледному СЛО может стать увеличение частоты экстремальных погодных явлений. Для Арктического региона такая перспектива особенно вероятна. Полярные мезоциклоны, чередование интенсивных вторжений теплого/холодного воздуха, формирование наледи на покрытой снегом поверхности почвы и другие особо опасные явления в районах, ранее не подверженных таким воздействиям, способны серьезно повлиять на экологические условия. Например, вторжение теплого воздуха зимой может вызывать обильные жидкие осадки. Попадая на холодную поверхность, вода моментально застывает, образуя твердый наст, который становится непреодолимым препятствием для оленей при добыче пищи с фатальными последствиями для популяции. Число отчетов о таких событиях в различных регионах Арктики неуклонно возрастает.

Арктический регион находится под серьезным давлением со стороны глобальных социальных, экономических, политических и культурных изменений, которые взаимодействуют с меняющимся климатом. Оптимальная реакция арктической социально-экономической системы состоит в нахождении путей адаптации к происходящим переменам. Основные «неклиматические» факторы в глобальном масштабе включают рост населения, урбанизацию, экономический рост, развитие технологий, спрос на природные ресурсы и энергию, а также уровень международного сотрудничества / конфронтации. Под влиянием указанных факторов, модулированных климатическими трендами, Арктический регион будет меняться. Последствия этих изменений для различных субрегионов будут зависеть от их природных и людских ресурсов, институциональных характеристик и государственной политики.

## ДИНАМИКА ЛЕДНИКОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ГОР ПРИБАЙКАЛЬЯ

Е. Н. Иванов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [egoryo@bk.ru](mailto:egoryo@bk.ru)

Оледенение Прибайкалья – уникальный фактор для резко континентального климата. Современные ледники присутствуют на Байкальском, Баргузинском хребтах, хр. Кодар и массивах Восточного Саяна. Эти горные системы расположены в пределах Республики Бурятия, Забайкальского Края, Иркутской области. Практически все территории Прибайкалья с современным оледенением входят в особо охраняемые природные территории разных рангов.

Более чем половина ледников на этих хребтах никогда не посещалась исследователями. Например, для большей части крайне труднодоступного Баргузинского хребта отсутствуют данные о посещениях даже туристическими группами. Однако есть территории с очень интенсивной посещаемостью. Например, Восточный Саян – один из самых доступных и посещаемых горных хребтов. Особенно массовому воздействию подвергается массив Мунку-Сардык с одноименной вершиной (3491 м), в отдельные сезоны года (конец апреля – середина мая) принимающий до 15 тыс. туристов в неделю. Усиление рекреационной нагрузки требует оценить степень ее влияния на экосистемы, необходима организация постоянного мониторинга с целью выявления негативных последствий.

Горы Прибайкалья – своеобразный регион с необычными условиями существования современного оледенения. Оледенение гор юга Восточной Сибири, в сравнении с другими горными системами России с современным оледенением: Алтаем, Полярным Уралом, Кавказом, представляет собой скопления групп малых ледников в районе наивысших пиков хребтов. Количество и площадь оледенения всех горных хребтов юга Восточной Сибири сравнима с такими параметрами одного Полярного Урала и значительно меньше, чем оледенение Кавказа и Алтая. Осадки в пределах 400–550 мм в год против 1000–2000 мм в сравниваемых районах не способны обеспечить стабильное пополнение массы ледников. В дополнение основная их часть выпадает в летнее время в жидком виде, что способствует усилению абляции. Среднегодовые температуры составляют сравнимые значения для всех горных систем, однако в горах юга Восточной Сибири амплитуда летних и зимних температур ощутимо больше, чем амплитуда этих температур на Кавказе, Алтае и Полярном Урале.

Реакция ледников на текущие глобальные изменения климата выразилась в тенденции медленного отступления, при котором главным образом происходит убыль массы ледяного тела. С 1972 по 2011 г. среднее понижение поверхности ледников составило 30 м. Поэтому за последние десятилетия ледники стали тоньше, но все еще сохраняют размеры, которые были зафиксированы в 1970-е гг. Большой частью они представлены малыми формами, которым часто сопутствуют многолетние снежники, однако среди них имеют место значительные по размерам, более 1 км в длину, карово-долинные и собственно долинные ледники.

С начала XX в. до 2012 г. общее сокращение площади оледенения района исследований составило 20 %. Темпы деградации существенно возросли во второй половине XX в. между 1972 и 2002 гг., когда ледники потеряли 15 % своей площади. После первой декады XXI в. таяние ледников ключевых участков замедлилось.

Похожие тенденции отмечаются в Кузнецком Алатау, Монгольском Алтае, массиве Монгун-Тайга и других внутриматериковых горных системах с наличием современного дисперсного оледенения малого типа с резко континентальным климатическим режимом.

## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ И ЕГО СВЯЗЬ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ

Ф. И. Ингель<sup>1</sup>, Е. К. Кривцова<sup>1</sup>, Т. Б. Легостаева<sup>2</sup>, Н. А. Юрцева<sup>1</sup>, В. В. Юрченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина МЗ РФ,  
г. Москва;

<sup>2</sup>Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,  
г. Магнитогорск  
E-mail: [fainaingel@mail.ru](mailto:fainaingel@mail.ru)

Снижение канцерогенной опасности для здоровья человека требует разработки специальной стратегии выбора веществ, которые в первую очередь подлежат углубленному изучению биологической активности с целью дальнейшей регламентации. Эта стратегия должна позволять выявить потенциально канцерогенные соединения (ПКС) из того огромного списка малоизученных и ненормированных веществ, с которыми контактирует человек.

Особую опасность для ныне живущих и будущих поколений представляют вещества, повышающие нестабильность генома (термин описывает комплекс изменений, происходящих при трансформации стабильного генома нормальной клетки в нестабильный, характерный для клеток опухоли), – мутагены и канцерогены. Рост онкологической заболеваемости, наблюдающийся в последние десятилетия во всем мире, делает особо актуальным выявление генотоксикантов, приоритетных для нормирования, поскольку доказана прямая корреляционная связь между уровнем нестабильности генома и риском развития у него рака через 10–20 лет. Поскольку чувствительность генетических структур у детей значительно выше, чем у взрослых, наибольшее влияние генотоксиканты оказывают именно на них.

В докладе представлены результаты многопараметрового исследования, направленного на идентификацию атмосферных генотоксикантов, ассоциированных с повышением уровня нестабильности генома детей. Работу проводили в г. Магнитогорске, постоянно включаемом в список наиболее загрязненных городов мира. Загрязнение атмосферы определяли в суммарных пробах снега, собранных в конце зимы (хромато-масс-спектрометрия). Наличие генотоксической активности проб снега определяли по индукции мутаций в половых клетках **Drosophila melanogaster**. У здоровых детей, проживавших в районах отбора проб снега, определяли уровни генетической нестабильности (культура лимфоцитов крови и эпителий щеки) и чувствительность к стандартному мутагену *in vitro*. У этих детей и их родителей оценивали выраженность эмоционального стресса. Исследования соответствовали Хельсинской декларации 1975 г. и ее пересмотренному варианту 1983 г. На их проведение было получено разрешение главного педиатра Магнитогорска и письменное согласие родителей всех обследованных детей.

Результаты работы показали, что из 293 органических соединений и ионов 30 металлов, обнаруженных в составе загрязнения проб снега, высокоуровневые корреляции с показателями нестабильности и чувствительности генома детей ( $p \leq 0,005$ ) проявили 2-метил-2-циклопентен-1-он, метилфенантрен, 2-метилфенол, 5-гептилдигидро-2(3H)-фуранон, 7H-бенз[de]антрацен-7-он и аценафтен, а также ионы молибдена, свинца, никеля и меди. Анализ девяти доступных баз и сетей данных и 549 источников литературы определил, что все указанные органические соединения не были систематически изучены, но проявляли мутагенную активность в тесте Эймса и/или в других стандартных тестах на генотоксичность.

*Авторы искренне благодарят д. м. н., профессора, заслуженного деятеля науки М. А. Пинигина и д. м. н. Л. А. Тепикину за консультации и полезные обсуждения.*

## МЕТОДЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ГОРНО-КОТЛОВИННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Е. А. Истомина, О. В. Василенко

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [elenaistoma@gmail.ru](mailto:elenaistoma@gmail.ru), [oksa\\_na85@mail.ru](mailto:oksa_na85@mail.ru)

К числу методов картографирования полей различных характеристик ландшафтов, в т. ч. температуры воздуха, можно отнести методы ландшафто-интерпретационного картографирования, математического моделирования, а также методы дистанционного зондирования. При картографировании поля температуры воздуха сложных орографических объектов перечисленные методы имеют свои преимущества, а также ограничения, ошибки и неточности.

В качестве объекта исследований выбрана территория Тункинской межгорной котловины. Для получения подробной пространственно-временной картины распределения температуры на исследуемой территории используются электронные термографы, которые позволяют решить задачи исследования климата на локальном уровне. В работе применяется метод ландшафтно-интерпретационного картографирования и дистанционного исследования характеристик температурного поля.

Дистанционное исследование включает в себя определение температуры поверхности суши по спутниковым данным и сравнение полученных результатов с данными наземных наблюдений. Метод ландшафтно-интерпретационного картографирования основан на том, что определенный тип геосистем (например, группа фаций) имеет однородные природные характеристики на протяжении своего ареала. Это позволяет экстраполировать характеристики, измеренные в одной или нескольких точках ареала определенной группы фаций, на весь ареал этой группы. Картографирование температуры воздуха производится в разрезе выделов ландшафтно-типологической карты территории на уровне классов фаций м-ба 1: 200 000.

Проведенное исследование и картографирование температуры воздуха различных ландшафтов Тункинской котловины показало, что совместный анализ данных измерений температуры воздуха и ландшафтных карт позволяет корректно (с точностью до 0,5 °С) проанализировать пространственное распределение средней месячной температуры воздуха в горно-котловинных ландшафтах. Температурный режим ландшафтов в летний и зимний периоды имеют отличия: максимальные контрасты средней месячной температуры воздуха наиболее выражены в холодный период, в январе разность между самым теплым и самым холодным типом ландшафта составляет 13 °С, наиболее низкими значениями характеризуются ландшафты центральной части котловины. Летом наблюдается обратная картина – разность температуры самого теплого и холодного типа ландшафта не превышает 7,5 °С, наиболее прогреты ландшафты центральной части котловины.

Результаты картографирования поля температуры по дистанционным данным показали, что разность значений температуры воздуха, измеренной дистанционными и наземными методами, зависит от типа ландшафта и сезона съемки. Минимальные отклонения (1–3 °С) соответствуют осени, зиме и ранней весне, максимальные (3–5,5 °С) – периоду с апреля по сентябрь. Отклонения обусловлены разностью температуры поверхности и воздуха на высоте 2 м, различием пространственного масштаба измерений (точка для термографа и пиксел для снимка), а также влиянием излучательной способности подстилающей поверхности на дистанционные измерения.

# ХРОНИЧЕСКАЯ ФТОРИСТАЯ ИНТОКСИКАЦИЯ КАК ВОЗМОЖНЫЙ ФАКТОР В КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ

Е. Э. Калюжная

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

E-mail: [Ekaterina.Eduardovna@yandex.ru](mailto:Ekaterina.Eduardovna@yandex.ru)

Фтор является химическим элементом, хроническому воздействию которого подвержены миллионы людей. Объясняется это наличием геохимических провинций с повышенным содержанием фтора в грунтовых водах, фторированием питьевой воды, загрязнением окружающей среды выбросами промышленных предприятий.

Фториды крайне токсичны и при остром отравлении способны нарушать деятельность ферментативных систем. Также доказано, что способность вещества вызывать повышенную геномную нестабильность напрямую коррелирует с его онкогенными свойствами. В связи с этим интересно рассмотреть работы, оценивающие генотоксические свойства фторидов.

Было обнаружено, что хроническая фтористая экспозиция вызывает повышенный уровень хромосомных aberrаций в клетках млекопитающих (грызунов и человека) *in vitro* [1]. В последних исследованиях генотоксического потенциала фторидов взрослые мыши подвергались воздействию NaF перорально через питьевую воду при концентрациях 4, 12 и 20 мг/л в течение 30 дней. Генотоксические эффекты изучались в клетках костного мозга и тканях таких органов, как селезенка, печень и почки. Было обнаружено, что экспозиция NaF значительно увеличивает частоту микроядер в полихроматических эритроцитах и структурных хромосомных aberrаций в клетках костного мозга [2]. Также было обнаружено, что NaF-индуцированная генотоксичность уменьшается до нормальных значений через 30 дней после замещения в рационе воды с высоким содержанием F на безопасную питьевую воду, содержащую 0,1 мг/л ионов F [3]. Эти данные ясно свидетельствуют о том, что фтор имеет значительные генотоксические свойства, что, возможно, делает его потенциальным онкогеном.

Однако данные по прямой канцерогенности фторидов противоречивы. Предположение о связи заболеваемости человека раком кости с фторированной питьевой водой оказалось ошибочным в одном источнике [4] и в то же время подтверждено в другом [5]. Исследования на животных также продемонстрировали канцерогенный потенциал фтора. Длительный прием NaF (10, 20 мг/кг/день) вызывал гистопатологические изменения в хрящах трахеи и легочной ткани кроликов, что указывает на канцерогенный потенциал F [6].

В целом можно отметить, что тематика, несмотря на свою остроту и актуальность, изучена крайне фрагментарно. Существует необходимость проведения экспериментальных работ в данной области.

## **Литература.**

1. Zeiger E., Shelby M. D., Witt K. L. Genetic toxicity of fluoride. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 21, – 1993. – P. 309–318.
2. Sinha S., Ghosh, M., Mukherjee, A., 2013. Evaluation of multi-endpoint assay to detect genotoxicity and oxidative stress in mice exposed to sodium fluoride. *Mutatagenesis Research* 751, 2013. – P. 59–65.
3. Podder S., Chattopadhyay A., Bhattacharya S., 2011. Reduction in fluoride-induced genotoxicity in mouse bone marrow cells after substituting high fluoride-containing water with safe drinking water. *Journal of Applied Toxicology*. – 2011. – 31. – P. 703–705.
4. Freni S. C., Gaylor D. W., 1992. International trends in the incidence of bone cancer: rare not related to drinking water fluoridation. *Cancer* 70, 611–618.
5. Yiamouyiannis J., 1993. Fluoridation and cancer. *Fluoride* 26, 83–96.
6. Purohit S. D., Gupta R. C., Mathur A. K., Gupta N., Jeswani I. D., Choudhary V. K., 1999. Experimental pulmonary fluorosis. *Indian Journal of Chest Disease and Allied Science* 41, 27–34.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ СКЛАДИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД – ОСНОВА УСПЕШНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Л. П. Капелькина

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, г. Санкт-Петербург  
E-mail: [kapelkina@mail.ru](mailto:kapelkina@mail.ru)

Разработка месторождений полезных ископаемых и хозяйственное освоение территорий обуславливают увеличение площади нарушенных земель, ухудшение условий окружающей среды и сложившегося равновесия в экосистемах не только на отведенных площадях, но и на прилегающих к разработкам территориях. Лесная рекультивация – создание на нарушенных землях лесных насаждений различного назначения – основное направление восстановления нарушенных земель не только в таежной зоне, но и в других регионах страны. Она проводится на землях, непригодных для сельскохозяйственного использования по рельефу (откосы отвалов), содержащих повышенные концентрации тяжелых металлов, мелкоконтурных участках, в зоне сильного атмосферного загрязнения и т. п.

На первых этапах рекультивационных работ, которые масштабно стали проводиться с конца 60-х гг. XX в., основной задачей специалистов были изучение состава и свойств пород, подлежащих рекультивации, подбор ассортимента растений и создание фитоценозов различного назначения, способных снизить отрицательное влияние нарушенных земель на окружающую среду и вернуть восстановленные земли в продукционный процесс.

Оценивая опыт работ в области лесной рекультивации нарушенных земель в различных регионах за последние 30-40 лет, следует признать, что он не всегда был положительным. Посадки лесных культур, заложенные специалистами по всем правилам лесной науки, в первые годы растут нормально. Однако горные породы, вынесенные с большой глубины и оказавшиеся на поверхности, изменяются, окисляются, уплотняются. Их отрицательное влияние на растущие деревья с каждым годом становится все существеннее и заметнее. Ухудшение роста и гибель лесных насаждений I–III классов возраста зафиксированы на нарушенных землях в Кузбассе, Донбассе, Ленинградской области и других регионах. Это обусловлено недоучетом свойств пород, факторов и условий при производстве и проектировании рекультивационных работ. Наряду с изменением состава и свойств горных пород причиной ухудшения роста лесных насаждений и их гибели может быть колебание уровня грунтовых вод, их поднятие вследствие прекращения откачки воды из водопонижающих скважин. Этот процесс в настоящее время наблюдается в Ленинградской области на Кингисеппском месторождении фосфоритов. Разработка месторождения осуществлялась на заболоченных территориях. Добыча фосфоритовой руды на месторождении прекращена около 10 лет назад. Сейчас происходит постепенное заполнение водой карьерных выемок и восстановление прежнего гидрологического режима.

Необходимы тщательный анализ состояния лесных насаждений на рекультивируемых землях по регионам страны, выяснение причин их гибели, чтобы избежать ошибок в будущем. Комплексный учет природных условий, состава и свойств вскрышных и вмещающих пород, вынесенных на дневную поверхность, экологической обстановки в зоне ведения горных работ, прогноз изменения свойств пород со временем, а также учет потребностей разных видов древесно-кустарниковых растений к почвенным условиям – важные критерии совершенствования рекультивационных работ и залог хорошего роста лесных насаждений.

# ГИС-ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЛЕДНИКОВ И ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ

А. Д. Китов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [kitov@irigs.irk.ru](mailto:kitov@irigs.irk.ru)

Рассматривается методика разработки ГИС-проектов и формирования баз данных (БД) ледников юга Восточной Сибири [1]. Технология заключается в векторизации исходных разновременных и содержательных пространственных данных на основе ГИС-технологий и формирования соответствующих БД, отражающих пространственно-временное изменение нивально-гляциальных образований. Создана основа картографических БД ледников для трех временных срезов: начало XX в., его середина и начало XXI в. ГИС-анализ баз данных показывает тенденцию и степень изменения климата, а технология, построенная на единой методологии, позволяет продолжить мониторинг изменения нивально-гляциальных образований, количественно оценивать их характеристики и выявлять механизмы смены типа образований при трансформации геосистем по схеме: ледник (разные стадии) – каменный глетчер – многолетний снежник – моренные комплексы.

Технологически при разработке ГИС-проекта определяются три типа картографических объектов (тем): точечные, линейные и полигональные. На соответствующем первичном материале выделяются контуры нивально-гляциальных образований как полигональные объекты, по ним рассчитывается площадь, периметр и центральные координаты объекта, формируется точечная тема. По точечной теме рассчитываются и заносятся в БД, кроме координат в десятичных градусах, как атрибуты координаты в градусах–минутах–секундах и прямоугольных координатах проекции в метрах. В эту точечную тему по исходной картографической основе наносятся точки верхней и нижней границы открытой части ледника. Через центральную точку от верхней границы до нижней по осевой линии ледника проводится линия (линейная тема) для определения длины ледника. Из характеристик, полученных по этим трем типам графических тем, рассчитываются остальные атрибуты и заносятся в БД: средняя граница ледника (среднее между верхней и нижней границами), высота ледника (разность верхней и нижней границ), крутизна (тангенс, и угол наклона, по данным высоты и длины) и т. д.

Результаты исследований и обработки данных по представленной методике отображены на странице сайта Института географии СО РАН <http://www.irigs.irk.ru/>.

ГИС-проекты ключевых участков оледенения юга Восточной Сибири представлены на ГИС-портале ArcGIS Online (<https://www.arcgis.com/>), соответственно ледники хребтов: Кодар (<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=d7990b6d228a4e00ace80406cd b27247>), Баргузинский (<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=2d17fd140c9f4c02a69637fad912dba>), Байкальский (<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=92f412500efd4db1bc04a87a35edc2f7>), Мунку-Сардык (<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=47e7cb4347d7478cbe6fa492369b6cae>), пик Топографов (<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=9669b602d4ca4f76adff609e62f13dc1>).

## **Литература.**

1. Китов А. Д., Плюснин В. М. Особенности локальных гляциологических явлений в горных ландшафтах (на примере Байкало-Урумчинского трансекта): Материалы междунар. конф. InterCarto-InterGIS-14, Т. 1. – Саратов: Междунар. картографическая ассоциация, 2008. – С. 130–137.

## ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ЭКСТРЕМУМЫ В ЮГО-ЗАПАДНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ: ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА

Н. В. Кичигина<sup>1</sup>, Н. Н. Воропай<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск

E-mail: [nkichigina@mail.ru](mailto:nkichigina@mail.ru), [voropay\\_nn@mail.ru](mailto:voropay_nn@mail.ru)

Территория данного исследования – Тункинская котловина (юго-западное Прибайкалье). Ее климатические особенности складываются под влиянием широтно-зонального и высотного градиента. Экстремальные гидроклиматические события могут быть причиной катастрофических явлений, одно из которых – селевой поток, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек. Он вызван, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов. Генетически формирование селевых потоков зависит от величины и изменчивости характеристик речного стока: стока воды, наносов, химических веществ. Поэтому гидрометеорологический мониторинг селеопасной территории, включающий наблюдения за уровнями и расходами воды в реках и временных водотоках, а также за ходом атмосферных осадков, является неотъемлемой частью комплекса мероприятий для предотвращения опасности, создаваемой наводнениями и селевыми потоками.

В юго-западном Прибайкалье метеорологические станции расположены в центральной части котловин. Поселок Аршан находится в предгорной области хр. Тункинские Гольцы, что влияет на формирование климатических условий, отличных от тех, которые характеризуют климат долинной территории. Средние многолетние, сезонные и суточные значения некоторых метеорологических элементов на рассматриваемом участке значительно отличаются от аналогичных, измеряемых на ближайшей метеорологической станции Тунка, находящейся в 20 км. К сожалению, метеостанция в пос. Аршан была закрыта в 1997 г., что затрудняет оценку происходящих многолетних изменений климата и экстремальных гидрометеорологических событий последних лет, в частности обильных ливневых осадков.

Дождевые паводки и водокаменные сели 2014 и 2015 гг. в бассейне р. Кынгарги были сформированы вследствие выпадения обильных осадков в горах. С локальностью их выпадения связана сложность своевременного выявления таких опасных ситуаций. А полное отсутствие наблюдательной сети в горах делает это просто невозможным. Установка автоматических осадкомеров, оборудованных системой оповещения по GSM-каналу, в высокогорной части бассейна р. Кынгарги и прилегающей горной территории, а также оборудование сети автоматических гидрометрических наблюдений поможет в понимании закономерностей формирования экстремальных осадков и уровней воды в селеопасных водотоках и в перспективе будет способствовать своевременному выявлению опасных ситуаций в горах.

В 2015 г. на территории Тункинского котловинного стационара Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН начала работу автоматическая метеостанция Davis Vantage Pro 2. Необходимо отметить, что для прогноза и контроля экстремальных событий недостаточно установки метеорологического оборудования только в поселке. В период 2013–2016 гг. на территории Тункинской котловины было оборудовано два гидрометрических поста, на которых ведутся непрерывные наблюдения за колебаниями уровня, температуры и удельной электропроводности воды. Работы по оборудованию сети наблюдений планируется продолжить совместно с Тункинским национальным парком.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
НЕФТЕВЫТЕСНЯЮЩЕЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАГУЩЕННОЙ  
КОМПОЗИЦИИ НИНКА-3 В УСЛОВИЯХ ПЕРМО-КАРБОНОВОЙ ЗАЛЕЖИ  
УСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В. В. Козлов, Л. К. Алтунина, Л. А. Стасьева, В. А. Кувшинов

Институт химии нефти СО РАН, г. Томск  
E-mail: [kozlov\\_vv2004@mail.ru](mailto:kozlov_vv2004@mail.ru)

Доля трудноизвлекаемых запасов нефти в России постоянно растет. Для эффективного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и дальнейшего увеличения ее добычи необходимо создание и широкомасштабное применение новых комплексных технологий увеличения нефтеотдачи, сочетающих базовое воздействие на пласт закачкой воды или водяного пара с физико-химическими методами, увеличивающими охват пласта базовым воздействием и коэффициент нефтевытеснения при одновременной интенсификации разработки.

В Институте химии нефти СО РАН разработана загущенная нефтевытесняющая композиция НИНКА-3 на основе ПАВ, щелочной буферной системы, карбамида и соли алюминия для увеличения нефтеотдачи пластов не только за счет роста коэффициента нефтевытеснения, но и повышения коэффициента охвата пласта. Под действием температуры за счет тепловой энергии пласта или закачиваемого теплоносителя карбамид постепенно гидролизуеться, образуя  $\text{CO}_2$  и аммиак, рН раствора увеличивается, происходит гидролиз ионов алюминия с образованием гидроксида алюминия, в результате чего через определенное время вязкость нефтевытесняющей композиции повышается. При определенных концентрациях соли алюминия непосредственно в пласте образуется золь – подвижная свободно дисперсная система с высокими нефтевытесняющими свойствами. Для получения подвижной свободно дисперсной системы с высокими нефтевытесняющими свойствами при низких пластовых температурах (20–23 °С), не охваченных тепловым воздействием, в состав загущенной нефтевытесняющей композиции НИНКА-3 добавляли терморегулирующий агент.

Оценку эффективности низкотемпературной загущенной нефтевытесняющей композиции НИНКА-3 проводили на установке физического моделирования («КАТА-КОН»), состоящей из двух параллельных колонок. Сначала осуществляли вытеснение нефти водой до полной обводненности продукции на выходе из обеих колонок. Далее одновременно в обе колонки закачивали оторочку нефтевытесняющей композиции, продвигали на заданное расстояние водой и термостатировали определенное время для образования золь. Затем продолжали нагнетание воды. При необходимости моделировать реагентоциклическую обработку добывающих скважин последующую фильтрацию воды осуществляли в обратном направлении. Установлено, что закачка загущенной композиции НИНКА-3 приводит к выравниванию (перераспределению) фильтрационных потоков в неоднородной модели пласта, что сопровождается доотмывом остаточной нефти, особенно интенсивным из менее проницаемых колонок.

Установлено, что загущенная нефтевытесняющая композиция НИНКА-3 является одновременно потокоотклоняющей и нефтевытесняющей композицией. Для повышения эффективности разработки может закачиваться в водо- и паронагнетательные скважины, а также в пароциклические и добывающие скважины по технологии реагентоциклики (по аналогии с пароцикликой).

# МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИБАЙКАЛЬЯ

Е. Э. Королькова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [elainefisher@yandex.ru](mailto:elainefisher@yandex.ru)

Увеличение промышленного использования природных ресурсов и эксплуатация рекреационной сети на территории Прибайкалья приобретает масштабный угрожающий природным системам характер. Растительность – один из наиболее чувствительных компонентов природной среды. Благодаря ее способности к восстановлению (естественной устойчивости) после различных воздействий возможно возобновление функций целых геосистем. Модельным участком для изучения естественной устойчивости растительности выбран труднодоступный высокогорный район Северного Прибайкалья.

При оценке устойчивости (упругости) растительности важным критерием выступает ее сукцессионная и флуктуационная способности к восстановлению. Доказано, что эпитаксоны с более длинными сукцессионными (восстановительными) цепочками наиболее устойчивы к различным возмущениям [1, 2]. На основе составленных ранее карт современной и восстановленной (потенциальной) растительности территории исследования [3] проведена классификация устойчивости растительных сообществ с разделением их на четыре категории (табл. 1 (фрагмент)).

**Эволюционно-генетическая основа устойчивости растительности Северного Прибайкалья (фрагмент таблицы)**

| Группа ассоциаций <sup>1</sup>  | Количество восстановительных стадий | Категория устойчивости группы эписоциаций |
|---|-------------------------------------|---|
| Кедрово-стланиково-бруснично-лишайниковая   | 5                                   | Относительно устойчивая                   |
| Сомкнутые заросли кедрового стланика кустарничково-мохово-лишайниковые                | 4                                   | Неустойчивая                              |
| Кедрово-пихтово-березовые редколесья чернично-разнотравно-моховые                     | 7                                   | Устойчивая                                |
| Березово-лиственнично-кедровые с пихтой редколесья бруснично-баданово-травяно-моховые | 8                                   | То же                                     |

<sup>1</sup> номер в столбце соответствует номеру в легенде к карте ключевого участка «Растительность Центральной части Байкальского хребта» с полным названием рассматриваемой ценоструктуры [3]. Классификация устойчивости групп растительных ассоциаций по количеству восстановительных стадий: 1–4 – неустойчивые; 5–6 – относительно устойчивые; 7–8 – устойчивые; 9–10 – высокоустойчивые.

По результатам анализа данных таблицы создана карта устойчивости (упругости) восстановленной растительности Северо-Западного Прибайкалья к антропогенным и естественным воздействиям.

## **Литература.**

1. Арманд А. Д. Механизмы устойчивости геосистем. – М.: Наука, 1992. – 200 с.
2. Белов А. В., Соколова Л. П. Естественная устойчивость растительности геосистем юга Средней Сибири // География и природ. ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 12-23.
3. Фишер Е. Э. Эволюционно-динамическая организация растительности Северо-Западного Прибайкалья: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук – Иркутск, 2011. – 24 с.

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ СЕВЕРА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Е. Красноштанова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [knesun@mail.ru](mailto:knesun@mail.ru)

Промышленное освоение территории влияет на различные компоненты окружающей среды и аспекты жизнедеятельности населения. Воздействие на местных жителей может быть прямым, когда новая компания становится работодателем, налогоплательщиком, спонсором социальных проектов и пр., или опосредованным, через изменение природной среды, особенно это касается территорий с проживанием коренных малочисленных народов, занимающихся традиционным природопользованием.

На севере Иркутской области промышленное освоение территорий связано, прежде всего, с добычей углеводородных ресурсов и работой лесных компаний. Нефтегазодобывающая промышленность начала активное развитие с середины 2000-х гг. Главной причиной этого послужило начало строительства нефтепровода ВСТО. Лесная промышленность – уже давно сформировавшаяся отрасль экономики северных районов Иркутской области. Однако лесозаготовительные работы постоянно расширяют свои границы, развитие техники и технологий позволяет осваивать лесные ресурсы, которые ранее считались нерентабельными.

Исследование влияния нового промышленного освоения на социально-экономическую и природную среды проводится на примере трех районов активных работ нефтегазовых и лесных компаний: Усть-Кутский, Киренский и Катангский. Выполнен сбор качественной и количественной информации, проведено анкетирование и интервьюирование населения, представителей власти и промышленных компаний. Интенсивное развитие промышленности находит отражение в статистических показателях районов, отмечается рост объемов отгруженной продукции, количества работников, заработной платы и пр., и превалирующая доля происходит за счет добывающей отрасли. При этом в районах продолжается отток населения, высокая миграция, проблемы с кадрами в здравоохранении и образовании, т. е. при общем росте экономических показателей социально-демографические данные показывают, что существенных изменений в социальной среде не происходит. Среди наиболее важных для местного населения аспектов развития промышленности – трудоустройство в этой сфере и оказываемое негативное воздействие на окружающую среду. Обеспокоенность вопросами экологии тем выше, чем меньше населенный пункт, что связано с родом деятельности жителей. В сельских поселениях большое количество людей занимаются традиционными видами деятельности (охота, рыбалка и собирательство), т. е. это сфера, на которую развитие нефтегазовой промышленности влияет прямым образом. Для крупных населенных пунктов приоритетным вопросом становится возможность трудоустройства в промышленных компаниях. Но здесь, особенно в сфере нефтегазодобычи, возникают проблемы, связанные с наличием соответствующей профессиональной подготовки и необходимого опыта работы. Местные жители, занимающиеся традиционными видами природопользования, являются прямыми свидетелями происходящего промышленного освоения территорий и его последствий. Отмечаются многочисленные нарушения и отрицательные воздействия на природную среду, которые происходят из-за отдаленности и отсутствия должного контроля. Такие негативные воздействия можно минимизировать путем привлечения местного населения к сотрудничеству по контролю над выполнением работ в труднодоступных районах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 16-02-00570(a)).*

## РАЗВИТИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ НА ПРИНЦИПАХ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

М. И. Кузьмин, Н. М. Сысоева, А. Н. Кузнецова

Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [mikuzmin@igc.irk.ru](mailto:mikuzmin@igc.irk.ru), [sysoeva@oresp.irk.ru](mailto:sysoeva@oresp.irk.ru), [an@isc.irk.ru](mailto:an@isc.irk.ru)

Байкальский регион еще на многие годы останется регионом преимущественно сырьевой направленности. Главная составляющая его ресурсного статуса – чрезвычайное богатство природных ресурсов.

Характер воздействия проектов на среду и состояние здоровья населения определяется несколькими факторами, в числе которых отраслевая направленность производства и система размещения предприятий, а также устойчивость природных экосистем к антропогенному воздействию.

Для предприятий добывающей промышленности характерна высокая обусловленность размещения факторами первого порядка, т. е. местоположением рудных тел. Эти проекты оказывают наиболее сильное влияние на природные комплексы региона. Первичная переработка минеральных ресурсов благодаря инфраструктуре приближается к транспортным узлам вывоза продукции. Уровень воздействия на природные комплексы территории ослабевает, но усиливаются риски для проживающего здесь населения.

Иной характер воздействия ожидается от проектов, размещаемых в ареалах с высокой плотностью населения, в том числе вблизи городов или в их пределах. Как правило, это высокотехнологичные производства, включая металлургию и машиностроение, однако их воздействие на локальные природные среды вследствие концентрации населения существенно, включая выбросы в атмосферу и сбросы в водные источники, приводящие к повышенным рискам для здоровья людей и качества среды проживания.

Основные виды деятельности, характерные для крупных инвестиционных проектов в Байкальском регионе, – добывающая промышленность, переработка минеральной продукции, транспорт и связь, электроэнергетика. Почти половина из них находится в основной зоне расселения, т. е. в поясе высокой плотности населения и вблизи крупных городов.

Мировая наука разработала основные подходы к экологизации производственной деятельности с целью сохранения среды обитания человека. В результате последовательного развития концепций экономического роста, начиная от мальтузианской теории перенаселения до теорий общественного благосостояния и пределов роста, правительства развитых стран начали включать задачи экологических ограничений в свои программы. В разное время эти направления шли под идеями устойчивого развития, принятыми в большинстве стран мира, в последнее время трансформировавшимися в принципы так называемой зеленой экономики. Общее определение – это отрасли, которые создают и увеличивают природный капитал земли и/или уменьшают экологические угрозы и риски.

Постановка стратегических задач развития Байкальского региона (на федеральном и региональном уровнях) должна ориентироваться на принципы зеленой экономики, включающие применение производственных технологий, удовлетворяющих существенным экологическим ограничениям, и повышение качества жизни местного населения. При надлежащей разработке Байкальский регион может стать полигоном воплощения этих принципов в жизнь.

# СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОЛОГИЧНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЕКОРАТИВНО-ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ

Е. Н. Кузьминых

ООО "УК "Горное управление ПО "Возрождение", г. Выборг

E-mail: [geolog@karier.ru](mailto:geolog@karier.ru)

С самого своего возникновения человеческое общество осваивает природные ресурсы, в том числе и минеральные, используя достижения предыдущих эпох. С течением времени огромные масштабы применения многих видов ресурсов приводят к истощению их запасов на планете. Один из самых распространенных и используемых человечеством строительных материалов – природные декоративно-облицовочные камни. Ушедшие в историю народы оставили нам в наследство тысячи каменных построек и многочисленные следы добычи этого уникального строительного материала. Добыча и переработка камня актуальны и на сегодняшний день. При этом требуются все более углубленные и разносторонние знания как о самом камне, так и об экологических последствиях его добычи и переработки.

Тема утилизации отходов каменного производства, отвалы которого хоть и незначительно, но нарушают ландшафты окружающей карьеры местности, актуальна для всех камнедобывающих регионов России, в т. ч. и для Северо-Западного, являющегося ведущим в этой отрасли. Несмотря на совершенствование технологических способов добычи и переработки камня, позволяющих увеличивать выход готовой продукции из горной массы, объем каменных отходов продолжает оставаться довольно значительным. Общий годовой объем добычи и переработки всех видов облицовочных горных пород в России составляет около 150 тыс. м<sup>3</sup>. При среднем выходе товарных блоков и изделий из них около 20 % объем образующихся отходов составляет около 750 тыс. м<sup>3</sup>. При этом количество отходов определяется прежде всего высоким уровнем естественной трещиноватости горных пород, слагающих месторождения.

Учитывая дефицит облицовочных материалов и высокий процент импорта камня из других стран, правомерно ставить вопросы как о совершенствовании методов геологической оценки выхода товарных блоков перед вовлечением месторождений в эксплуатацию, так и о разработке технологических схем безотходного производства. Отдельным вопросом является повышение процента использования добытых каменных блоков, имеющих микротрещиноватость или низкую прочность, при помощи новейших технологий проклейки каменных изделий. Кроме того, основная масса отходов производства облицовочных материалов пригодна для переработки на декоративный щебень, песок, каменную крошку и муку. Эксплуатационные расходы на их получение могут быть в 2–2,5 раза ниже, чем в специализированных карьерах. Возможными направлениями использования каменных отходов также являются производство мозаичных, брекчиевидных, орнаментных облицовочных плит, флорентийской мозаики и т. п.

Существует еще один способ превратить отработанные месторождения камня в рыночный товар. Ярким примером этому служит мраморный карьер Рускеала, на территории которого создан туристический объект – «Горный парк Рускеала», ставший одним из самых популярных туристических объектов Карелии.

Большим достижением нашего государства будет поддержка проектов, целью которых выступает создание действенных экономических рычагов, способствующих появлению реальной заинтересованности недропользователей и камнепереработчиков в создании безотходных производств, а также проектов, призванных к возвращению географической оболочке планеты ее изначально гармоничного облика. Все перечисленные подходы отвечают принципам экономного расходования невозобновляемых природных ресурсов и охраны окружающей среды.

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОЧАГОВ БРУЦЕЛЛЕЗА В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО ЦИРКУМПОЛЯРА

Е. В. Куликова, Л. Н. Гордиенко

Всероссийский научно-исследовательский институт бруцеллеза и туберкулеза животных, г. Омск  
E-mail: [vniibtg@rambler.ru](mailto:vniibtg@rambler.ru)

Территория северных регионов Российской Федерации занимает около 70 % суши побережья Северно-Ледовитого бассейна. Основная отрасль агропромышленного комплекса регионов Крайнего Севера – северное оленеводство. Ведение отрасли имеет свои особенности и специфику, которые тысячелетиями формировались под влиянием географических, климатических, этнических и других факторов. В оленеводстве занята основная часть коренного населения севера. С раннего возраста дети оленеводов находятся в тесном контакте с домашними оленями, приобретая навыки окарауливания стад, управления ими, изготовления жилищ, одежды, обуви, предметов быта, пищи.

В связи с этим здоровье населения в регионах Крайнего Севера и качество его жизни зависят от ветеринарного благополучия оленеводства. Наибольшую эпизоотическую и эпидемическую опасность на территории Арктических регионов страны представляют особо опасные болезни общие для человека и животных, в том числе бруцеллез. Заражение человека от инфицированных оленей происходит при уходе за животными, убое и разделке туш, обработке и выделке шкур, употреблении в пищу сырых или недостаточно термически обработанных оленьего мяса и субпродуктов. Наибольшему риску заражения бруцеллезом подвержены оленеводы и члены их семей (72 %), рабочие убойных и кожевенно-меховых предприятий (21 %). От общего числа больных бруцеллезом людей случаи заболевания детей до 14 лет составляют 30 %.

Результаты многолетних исследований, проведенных нами в оленеводческих хозяйствах Ямало-Ненецкого автономного округа, свидетельствуют о наличии очагов бруцеллеза на отдельных территориях Надымского, Тазовского, Пуровского районов. В последние десятилетия (1970–2017 гг.) в связи с наращиванием темпов роста добычи углеводородного сырья и освоением арктических территорий Российской Федерации изменилась структура пастбищ и значительно уменьшилась их площадь, произошло нарушение границ землепользования. Отсутствие регламента схем движения оленей общественных и частных стад послужило причиной многократного бесконтрольного использования одних и тех же пастбищ в течение года и значительного увеличения на них оленепоголовья. Превышение оленеёмкости пастбищ в 4–6 раз создает дефицит кормовой базы, приводит к нарушению биологического цикла оленей и зоотехнических норм их содержания.

При заносе возбудителей бруцеллеза в стада северных оленей в сложившейся ситуации создаются благоприятные условия для циркуляции и распространения инфекции среди оленей, увеличения риска заражения людей. Многочисленные факторы – трудности диагностики и медицинского обслуживания в условиях Крайнего Севера, кочевой образ жизни местного населения, отсутствие транспортных связей и другие – осложняют эпизоотическую и эпидемическую обстановку.

До настоящего времени в регионах арктического циркумполяра сохраняется опасность инфицирования людей в связи с наличием очагов бруцеллеза северных оленей, высокой степенью интенсивности распространения инфекции среди восприимчивого поголовья и недостаточной эффективностью противобруцеллезных мероприятий из-за скученного содержания оленей и превышения численности домашней и дикой популяции.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЮ ЛИГНИНОСОДЕРЖАЩИХ И ЖИДКИХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ: ПРОГНОЗ, ЗАЩИТА

В. К. Лапердин

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [Laperdin@crust.irk.ru](mailto:Laperdin@crust.irk.ru)

Заккрытие Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) не решило проблему ликвидации более 6 млн м<sup>3</sup> лигниносодержащих высокотоксичных отходов, сосредоточенных в картах-отстойниках, расположенных в зоне риска на берегу оз. Байкал.

На сегодня также остается открытой проблема утилизации бытовых жидких стоков, объемы которых с каждым годом возрастают и в скором будущем станут главным «поставщиком» биогенно-токсичных веществ в оз. Байкал. Даже использование технологии замкнутого водооборота с самыми высокими стандартами переработки в каждом городе, поселке или на турбазе кардинально не изменит ситуацию, так как стоки, если их не удалять за пределы бассейна озера, несомненно, будут поступать в Байкал. Например, запущенные в 2014 г. в г. Байкальске в эксплуатацию напорный коллектор и две канализационные насосные станции проблему утилизации и особенно попадания жидких отходов в озеро решили лишь для отдельных микрорайонов. В 2017 г. на берегах Байкала официально числится 159 населенных пунктов, подавляющая часть которых не имеет надежных канализационных сооружений.

Решение проблемы защиты оз. Байкал от лигниносодержащих отходов БЦБК предложили ученые Лимнологического института СО РАН, а альтернативный вариант представили ученые Иркутского национального исследовательского технического университета. В 2014 г. на общественном слушании жителей и работников БЦБК, с привлечением представителей науки, рассматривался проект, подготовленный альянсом Москвы и Санкт-Петербурга (ООО «ПЭЛА»).

Во всех вариантах предусматривается дегидратация шлам-лигнина путем смешивания с золой, цементом или с другими подходящими компонентами, на месте его хранения, т. е. на берегу озера. В результате при любом из предложенных вариантов будет воспроизведено в пределах 6 млн м<sup>3</sup> техногенного материала, который через 100–1000 лет и более превратится в «порошок» и будет вынесен в озеро. Есть ли смысл хранить продукт дегидратации высокотоксичных и жидких бытовых отходов в таком количестве на берегу озера, в зоне риска, на пути селевых и водных потоков? Отметим, что в Южном Прибайкалье с 1863 по 1971 гг. было зафиксировано 17 случаев селепроявлений.

## ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТОКСОКАРОЗА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ГОРОДА ЧИТЫ

Н. П. Ларина, Н. А. Клеусова, Т. Г. Полетаева

Читинская государственная медицинская академия, г. Чита  
E-mail: [nat15398723@yandex.ru](mailto:nat15398723@yandex.ru)

Распространение паразитарных заболеваний среди населения во многом зависит от эколого-паразитологического состояния среды обитания. Токсокароз – это паразитарное заболевание, возбудителем которого является нематода собак *Toxocara canis*. За период с 2012 до 2017 г. исследовано 168 проб почвы, 105 проб фекалий собак. В работе использовался флотационный метод Котельникова–Хренова. Видовая диагностика яиц проводилась по [1]. Жизнеспособность определяли по внешнему виду яиц и путем культивирования их в оптимальных условиях. Для количественной характеристики загрязненности окружающей среды яйцами гельминтов использовались показатели: встречаемость, средняя ошибка встречаемости, индекс обилия.

В результате исследований установлено, что собаки в пределах г. Читы заражены токсокарозом. Фекалии собак, собранные в районе СибВО, содержали яйца токсокар. Индекс встречаемости –  $50 \pm 3,3$ ; индекс обилия – 50; процент жизнеспособных –  $45 \pm 7,6$ . После культивирования яиц *Toxocara canis* в течение 14 дней при температуре 20 °С и влажности 84 % процент с живыми подвижными личинками составил  $40 \pm 6,8$ . Исследования почвы проводились в осенний период 2015 г. За это время было обследовано 17 песочниц детских игровых площадок коммунальных домовладений г. Читы и 4 площадки детских дошкольных учреждений. Встречаемость на детских площадках коммунальных домовладений составила  $23,7 \pm 3,8$ ; обилие –  $0,75 \pm 0,49$ ; общее количество яиц на 1 кг почвы – 6, число жизнеспособных яиц (в среднем на 1 кг почвы) – 2, степень обсемененности слабая. На детских игровых площадках дошкольных учреждений (детские сады) яйца токсокар не обнаружены. Это связано с тем, что игровые площадки коммунальных домовладений доступны для бродячих собак, а игровые площадки дошкольных учреждений имеют ограждения [1]. В Чите для развития яиц токсокар благоприятное сочетание температуры почвы и влажности воздуха приходится на июль – август, когда средняя температура на поверхности почвы составляет 23 и 20 °С соответственно, наибольшая влажность воздуха может достигать 81–84 % [2]. По критериям районирования территорий по токсокарозу г. Чита входит в эпидемиологическую зону со средним риском заражения, по заболеваемости на 100 тыс. населения – с низким риском заражения. При слабой загрязненности почвы инвазионными яйцами пораженность токсокарозом может достигать до 10 %.

Таким образом, бродячие собаки в отдельных районах г. Читы заражены токсокарозом. Инвазионные яйца токсокар при низких температурах в условиях Забайкалья сохраняют жизнеспособность и с наступлением теплых дней продолжают свое развитие, что создает угрозу для заражения животных и населения, особенно детского, токсокарозом.

### Литература.

1. Романенко Н. А., Падченко И. К., Чебышев Н. В. Санитарная паразитология. – М.: Медицина, 2000. – 320 с.
2. Клеусова Н. А. Пространственное распределение и выживаемость яиц гельминтов на урбанизированной территории Восточного Забайкалья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Улан-Удэ. – 20 с.

# АНЕУГЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ У ЖИТЕЛЕЙ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГОРОДА

А. В. Ларионов, В. П. Волобаев

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

E-mail: [alekseylarionov09@gmail.com](mailto:alekseylarionov09@gmail.com)

**Введение.** Наряду с методом оценки частоты дицентрических хромосом, микроядерный тест рассматривается одним из основных методов биологической дозиметрии [1]. Данные методики показывают стабильную корреляцию с поглощенной дозой ионизирующего излучения. Существует современная модификация микроядерного теста, заключающаяся в флюорисцентной гибридизации *in situ* (FISH) препаратов панцентромерными зондами, которые специфически связываются с центромерной областью. Микроядра (МЯ), содержащие метки, обозначаются С+, не содержащие – С- соответственно. Эта модификация значительно повышает информативность метода путем детерминации МЯ на спонтанные и кластоген-индуцированные [2].

**Материалы и методы.** Материалом для исследования послужили образцы биоматериала, полученные у 15 жителей г. Кемерово, не занятых на вредных производствах. Одновременно проводилось измерение радиационных параметров: объемной активности радона (ОА  $^{222}\text{Rn}$ ) в воздухе жилого помещения и показатель бета- и гаммафона. Всего было обследовано шесть мужчин (средний возраст – 28 лет, от 24 до 41 года) и девять женщин (средний возраст 36 лет, от 26 до 50 лет).

**Результаты.** Средняя частота двуядерных клеток с микроядром составила 12,9 %. Доля С+ составила 25,2 % (см. таблицу). При этом не было обнаружено значимых различий в частоте показателей между группой мужчин и женщин. Наблюдалась тенденция корреляции между долей 2-ядерных клеток с МЯ и ОА радона в воздухе, не достигавшая достоверного уровня ( $p = 0,06$ ), и достоверное увеличение доли С+МЯ с увеличением ОА радона ( $p = 0,006$ ).

## Частота 2-ядерных клеток с микроядром и доля центромер-положительных микроядер (С+МЯ/С-МЯ) у людей с разным уровнем радона

| ОА радона в воздухе помещения, Бк/м <sup>3</sup> | N  | Частота 2-яд. с МЯ, % (95% ДИ) | Доля С+ МЯ, % (95% ДИ) |
|--|----|--------------------------------|------------------------|
| < 50 Бк/м <sup>3</sup>                           | 4  | 10 [2,8–17,2]                  | 11,9 [1,3–22,5]        |
| 50–100 Бк/м <sup>3</sup>                         | 3  | 14,3 [6 –22,7]                 | 30,9 [18,7–43,2]       |
| 100–200 Бк/м <sup>3</sup>                        | 6  | 11,8 [5,9–17,7]                | 21,7 [13,1–30,4]       |
| > 200 Бк/м <sup>3</sup>                          | 2  | 19,5 [9,3–29,7]                | 53,9 [38,9–68,8]       |
| Всего  | 15 | 12,9 [9,2–16,5]                | 25,2 [16,4–34]         |

В настоящее время данная модификация метода, позволяющая дифференцировать анеугенные и кластогенные эффекты, рассматривается в качестве перспективного метода биодозиметрии. Представленные данные являются частью проекта по исследованию влияния низких доз радона на организм человека, в дальнейшем планируется существенное дополнение группы обследованных. Радон признается в настоящее время одним из наиболее опасных канцерогенов, действующих на человека. Общий вклад радона в картину радиационного облучения современного человека составляет не менее 50 %.

### Литература.

1. Müller W.-U. Micronucleus assays / W.-U. Müller and C. Streffer // *Adv. Mutagen. Res.* – 1994. – N 5. – P. 1–134.
2. Bolognesi C. Cytogenetic biomonitoring of a floriculturist population in Italy: micronucleus analysis by fluorescence *in situ* hybridization (FISH) with an all chromosome centromeric probe. / C. Bolognesi, E. Landini, E. Perrone, P. Roggeri. // *Mutation Research.* – 2004. – Vol. 557. – P. 109–117.

# КЛАССИФИКАЦИЯ УНИКАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В. И. Левицкий

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН

E-mail: [vlevit@igc.irk.ru](mailto:vlevit@igc.irk.ru)

Обзор литературы и сайтов по теме памятников природы, уникальных геологических объектов России свидетельствует об отсутствии единых критериев их выделения [1 и др.]. Обособляются как естественные природные образования – месторождения, обнажения, так и техногенные – карьеры, шурфы, скважины, разрезы (срезы) горных пород вдоль транспортных магистралей. Среди них можно выделить объекты мирового, федерального, регионального, местного значения (уровня).

Уникальные геологические объекты мирового уровня – крупные по размерам, комплексные по наполнению. Обычно они представляют интерес для нескольких отраслей наук о Земле. Им присуще присутствие в разном соотношении как уникальных, так и типичных пород, минеральных ассоциаций, новых минералов, их первых или вторых находок в мире, иногда с геохимическими и (или) изотопными аномалиями. Эти объекты должны быть известны мировому геологическому сообществу по путеводителям экскурсий и публикациям в печати. Крайне желательно их расположение в заповедниках или в национальных парках, где возможна организация их охраны, проведение систематических научных исследований и экскурсий. Сбор образцов должен быть ограничен и проводиться из свалов; образцы пород и минералов должны находиться в музеях региона и России. В Восточной Сибири, кроме Тажеранского массива и Белой Выемки, к этой группе следует отнести лазуритовые (Малобыстринское, Слюдянское, Тултуйское, Чернушка) и флогопитовые месторождения, проявления святоносителей (п-ов Святой Нос), выходы пород с хромованадиевой минерализацией (карьер Перевал), гранатовые породы о. Барокчин в Приольхонье.

К федеральным объектам должны быть отнесены проявления: 1) естественные с крайне ограниченными масштабами развития редких и обычных пород, 2) техногенные – на законсервированных, отработанных и действующих месторождениях рудных и нерудных полезных ископаемых. Они предназначены для проведения образовательных, учебных (практик студентов), познавательных, краеведческих, экологических экскурсий. Ввиду невозможности регулирования посещений к объектам федерального значения следует отнести разрез горных пород по КБЖД.

Объекты регионального значения – это разнообразные, небольшие по размерам образования, возможно с редкими минералами и породами, представленные крупными скальниками, типичными для региона породами и минералами, месторождениями строительных материалов, а также геоморфологические, гидрологические – в особо охраняемых природных территориях. Объекты местного уровня имеют ограниченные размеры – отдельные обнажения, скалы, священные места, признанные коренным населением, не имеющие особой научной значимости для геологических наук.

Классификация уникальных геологических объектов выступает научной основой рационального природопользования с обоснованием их значимости для разных отраслей геологических наук, установления режимов охраны природной среды и самих памятников, сбора образцов для коллекций, проведения исследований и экскурсий, подготовки специалистов.

## **Литература.**

1. Геологические памятники Байкала. – Новосибирск: Наука, 1993. – 160 с.
2. [www.minpriroda-rb.ru/content/oopt/](http://www.minpriroda-rb.ru/content/oopt/)
3. [www.geomem.ru/index.php](http://www.geomem.ru/index.php)
4. [www.geol.irk.ru/baikal/baikalandbpt/naturemonums.htm](http://www.geol.irk.ru/baikal/baikalandbpt/naturemonums.htm)

## УНИКАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В. И. Левицкий, И. В. Левицкий

Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [vlevit@igc.irk.ru](mailto:vlevit@igc.irk.ru)

В Восточной Сибири имеется огромное количество уникальных геологических (петрографических, минералогических) объектов. Часть из них являются общепризнанными в мире благодаря проведению экскурсий международных, всесоюзных, российских форумов, публикациям в печати. С 1969 по 2016 г. на Байкале было проведено около 60 форумов, в которых участвовало примерно 2 тыс. человек из 80 стран мира. Тажеранский щелочной массив (мыс Улан-Нур) и выход мраморов Белая Выемка по Кругобайкальской железной дороге (КБЖД) в 1986 г. получили статус Всесоюзных памятников природы.

К уникальным геологическим объектам относится и разрез горных пород Шарыжалгайского комплекса, вскрытый при строительстве КБЖД, общепризнанного инженерного памятника начала XX в. Геоморфологические его особенности, срезка скальных обнажений способствовали созданию почти сплошного обнажения высотой до 400 м на протяжении 74 км. Разрез пород вдоль его полотна, сочетающий в себе легкодоступность, сплошную обнаженность, культурно-историческую и научную значимость, не имеет аналогов в мире. В 1994 г. разрез по КБЖД был включен в список Мирового геологического наследия человечества.

Следующая группа уникальных геологических объектов представлена знаменитыми, но уже отработанными в 70-х гг. XX в. флогопитовыми (Слюдянское) и лазуритовыми (Малобыстринское, Тулгуйское и Слюдянское) месторождениями; мелкими залежами лазурита (Чернушка, Талая); пегматитовыми жилами в Слюдянском районе; мраморами месторождений Перевал, Буровщина, Бугульдейка, Порт Байкал; хромованадиевыми карбонат- и кварцсодержащими породами; интрузиями рапакививидных гранитов на западном берегу оз. Байкал; святоноситами на п-ве Святой Нос, Малобыстринском и Лево-Безымянском массивах; эклогитоподобными породами на байкальских островах Барокчин и Замугой; «эклогитоподобными» фассаитовыми метасоматитами со шпинелью и гранатом в Чернорудской зоне Приольхонья; проявлениями корунда (реки Слюдянка и Кырен; о. Ольхон); древнейшими тоналит-трондьемитовыми (3,2–3,4 млрд лет) и мраморными (2,8–2,9 млрд лет) ассоциациями; тальковыми, хлоритовыми, офикальцитовыми проявлениями (реки Орот, Малая Белая, Савина); крупнейшим в мире Савинским месторождением магнезита; многочисленными месторождениями железа, редкометалльных пегматитов Присяяня. Уникальность объектов подтверждается открытием в них 18 новых, известных пока только здесь, минералов.

Уникальные геологические объекты Восточной Сибири – часть Всемирного геологического наследия, и в экватории оз. Байкал обычно располагаются в пределах зоологических, ботанических, орнитологических, археологических, историко-архитектурных и других памятников природы. Сохранению их в первозданном состоянии должна способствовать разработка научными организациями комплексных рациональных схем природопользования по вовлечению уникальных геологических и других объектов в сферу научного, образовательного и познавательного туризма, краеведения для групп разного возраста и образования.

## РЕАКЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ БИОТЫ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)

Д. Ф. Леонтьев

Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, г. Иркутск  
E-mail: [ldf@list.ru](mailto:ldf@list.ru)

За XX в. среда обитания живых организмов в экосистемах суши Иркутской области существенно трансформирована антропогенным воздействием, в современности эти процессы наблюдаются уже на половине территории. Это промышленные рубки леса, получившие развитие с первых пятилеток, и резкий скачок их объемов с начала 1960-х гг., который, в свою очередь, был связан с продолжением строительства каскада ГЭС на Ангаре. Площади ежегодно вырубаемых лесов достигали к концу 1980-х гг. почти 200 тыс. га, в современности этот показатель не намного меньше. Перманентно на протяжении пожароопасного периода горели и горят леса. Площадь, пройденная лесными пожарами, по скромным оценкам, достигала нескольких сотен тыс. га в год.

Климатический фактор проявился в потеплении. Прямое подтверждение изменения – «отсутствие» осени 2016 г.: в облиственном состоянии ушли в зиму даже аборигенные роды деревьев и кустарников, такие как береза (*Betula*) и лиственница (*Larix*), ива (*Salix*), смородина (*Ribes*), полукустарник (*Rubus*) и др. Наиболее выражено это проявилось у интродуцированных и инвазионных представителей родов: груша (*Pyrus*), яблоня (*Malus*), слива (*Prunus*), ирга (*Amelanchier*), клен (*Acer*), жимолость (*Lonicera*) и др.

Листья берез и хвоя лиственниц осыпались на протяжении всей зимы. По причине необычно теплой осени затянулась линька пушных промысловых зверей, что повлияло на качество пушнины некоторых видов. Есть и другие до конца не выявившиеся негативные проявления.

Сказались изменения условий обитания на протяжении XX в. и современности и на распространении промысловых млекопитающих. Далеко на север переместилась граница ареала изюбря (*Cervus elaphus* L., 1758). Если в начале XX в. этот вид обитал лишь на смежной с Верхоленьем территории бассейна Байкала, то к 1980 г. отмечался уже возле г. Усть-Кут, а в современности уже давно наблюдается в Республике Саха (Якутия). Граница распространения косули сибирской (*Capreolus pygargus* L., 1758) тоже существенно сдвинулась на север, аналогично и кабарги (*Moschus moschiferus* L., 1758). На территорию области пришел не обитавший тут ранее азиатский барсук (*Meles leucurus* Hodgson, 1847), сейчас по Лене он распространен уже севернее г. Киренска и был отмечен возле с. Ербогачён. Расселившаяся норка американская (*Neovison vison* Schreber, 1777), в сравнении с распространением в 1980 г., тоже существенно продвинулась на север.

Из орнитофауны обычным видом возле с. Ербогачён стала ранее не обитавшая в этом районе обыкновенная сорока (*Pica pica* L., 1758), а в Иркутске на протяжении последних десятилетий зафиксирована голубая сорока (*Cyanopica cyana* Pallas, 1776).

Таким образом, короткие аномальные природные явления застают биоту врасплох. Результатом длительных постепенных проявлений, связанных с антропогенным воздействием, и изменением климата могут быть существенные сдвиги в областях распространения видов промысловых млекопитающих и других животных. Граница их ареалов существенно сдвинулась на север.

# ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПАСНОСТИ ЗАРАЖЕНИЯ КЛЕЩЕВЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

С. И. Лесных<sup>1</sup>, О. В. Мельникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
г. Иркутск

E-mail: [tyara@irigs.irk.ru](mailto:tyara@irigs.irk.ru)

На территории Иркутской области имеются природные очаги опасных для человека заболеваний, передающихся клещами. Наиболее распространенные из них – клещевой вирусный энцефалит (КВЭ), иксодовые клещевые боррелиозы (ИКБ) и клещевой риккетсиоз (КР). Несмотря на перекрывающиеся (КВЭ и КР) и/или полностью совпадающие ареалы (КВЭ и ИКБ), а также общность переносчика (как правило, КВЭ и ИКБ, а зачастую и КР), эпидемиологические проявления этих заболеваний имеют территориальные различия [1].

Для изучения закономерности распределения и поведения очагов природно-очаговых инфекций и заражения этими инфекциями жителей Иркутской области применяются методы сквозного картографического синтеза медико-географической информации с использованием космических снимков, ландшафтных карт и ведомственных статистических и натурных эпидемических данных. Определяется зависимость заболеваемости от географических факторов и условий (ландшафтная обусловленность).

Применение ландшафтных карт и карт растительности позволяет учесть неоднородность территории и точно зафиксировать географическое местоположение каждого описанного участка, причем не столько в смысле указания топографических координат, сколько характеристики ситуации в системе действующих в ландшафте субрегиональных и фоновых факторов. Для получения функциональных характеристик местоположений используется представление об их типологической принадлежности и классификационной позиции, а также о характере функциональных связей между искомыми оценками и параметрами классификационной позиции. Это позволяет при минимуме входной информации (положение в структуре классификации) проводить оценку рисков заражения в разных местоположениях.

Для более точной привязки имеющейся статистической информации, анализа связи природных условий и факторов с явлениями КЭ и ИКБ, уточнения ландшафтной структуры территории используются данные ежегодных экспедиций, нацеленные на сбор достоверной натурной географо-эпидемиологической информации.

В результате с помощью ГИС-технологий создана серия интегрально-оценочных карт, отражающих факторы и условия возникновения клещевых инфекций и заболеваемости ими на территории Иркутской области с учетом хозяйственного и рекреационного использования земель.

## **Литература.**

1. Мельникова О. В., Вершинин Е. А., Корзун В. М., Лесных С. И., Сидорова Е. А., Андаев Е. И. Применение ГИС-технологий в сравнительном анализе заболеваемости трансмиссивными клещевыми инфекциями (на примере города Иркутска) // География и природ. ресурсы. – 2014. – № 3. – С. 164–172.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

С. Х. Лифшиц, Ю. С. Глянцева, О. Н. Чалая, И. Н. Зуева

Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск  
E-mail: [s.h.lifshits@ipng.ysn.ru](mailto:s.h.lifshits@ipng.ysn.ru)

Интенсивное развитие нефтегазового комплекса и увеличивающийся спрос на нефть и нефтепродукты неизбежно ведут к различного рода утечкам, разливам нефти и нефтепродуктов (НП), а иногда и к крупномасштабным авариям. В большинстве случаев причиной разливов становятся дорожно-транспортные происшествия. Удаленность многих районов республики от центра, сложная транспортная доступность не позволяют осуществлять оперативный сбор разлитых НП и ликвидацию последствий нефтяных разливов. Согласно постановлению правительства РФ, время на ликвидацию не должно превышать 6 ч с момента получения информации о разливе. В условиях Якутии, в наиболее отдаленных районах, продолжительность данного периода времени может составлять до нескольких дней, как следствие – возрастает техногенная нагрузка на экосистему. Кроме того, почву, пропитанную нефтью, необходимо оперативно собирать и отвозить на специальные полигоны для обезвреживания, что тоже представляется затруднительным, поскольку не во всех районах Якутии в местах размещения отходов имеются такие полигоны. Кроме того, существует проблема сокрытия информации хозяйствующими субъектами о случаях разливов нефтепродуктов, чаще всего при разливах на производственных территориях (нефтебазы, склады ГСМ). Виновники загрязнения стараются скрыть визуальные следы нефтяного разлива, засыпая загрязненные территории грунтом или песком, тем самым причиняя дополнительный ущерб окружающей среде.

При погребении нефти и нефтепродуктов под слоем грунта практически полностью останавливаются процессы трансформации нефтезагрязнения, поскольку нарушаются необходимые условия для его деструкции: ограничивается доступ кислорода, ультрафиолета, нарушается водно-воздушный режим почвы. Это приводит к загрязнению грунтовых вод нефтепродуктами и расширению ареала загрязнения (вторичное загрязнение).

Ключевой особенностью природных экосистем севера, определяющей условия распространения и деструкции нефтяных загрязнений, является наличие криолитозоны. Так, одной из основных причин невысоких скоростей деструкции нефтезагрязнения выступают низкие температуры приповерхностных слоев почвогрунтов. Это значительно снижает активность микроорганизмов-нефтедеструкторов. Кроме того, в случаях крупных разливов нефть достигает мерзлотного слоя и начинает распространяться по горизонтальному типу, расширяя границы распространения нефтезагрязнения, которые невозможно определить на начальном этапе проведения очистных работ. При сезонном оттаивании грунтов нефть с мерзлотного слоя поступает на поверхность и служит вторичным источником нефтезагрязнения верхних слоев почвы, что снижает эффект от проведенных работ по восстановлению почв.

Таким образом, учитывая способность нефтезагрязнения к миграции, а также очень низкие скорости трансформации нефтезагрязнения в северных экосистемах, необходимо своевременное выявление нарушенных земель и проведение работ по их восстановлению.

## МЕТАНГИДРАТЫ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА

С. Х. Лифшиц<sup>1</sup>, В. Б. Спектор<sup>2</sup>, Б. М. Кершенгольц<sup>3</sup>, В. В. Спектор<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск;

<sup>2</sup>Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, г. Якутск;

<sup>3</sup>Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

E-mail: [s.h.lifshits@ipng.ysn.ru](mailto:s.h.lifshits@ipng.ysn.ru)

За последние 150 лет концентрация метана в атмосфере возросла по разным оценкам от 2 до 3,5 раза. Особо следует подчеркнуть, что 250-процентное возрастание от 700 до 1800 ppbv приходится на последние 30 лет, т. е. паритет между CH<sub>4</sub> и CO<sub>2</sub> по вкладу в парниковый эффект может быть достигнут в ближайшие 50–60 лет.

Главная особенность глобального потока метана в атмосферу – установление различного режима его потоков в Северном и Южном полушариях Земли. Проведенный анализ имеющихся литературных данных показывает, что увеличение содержания метана в атмосфере в первую очередь обусловлено поступлением его из Северного полушария Земли за счет самоускоряющегося разложения метангидратов криосферы. Дополнительный приток метана в атмосферу ведет к климатическому потеплению. Именно на территории северо-востока Азии, самого холодного региона в Северном полушарии, за последние 50 лет рост среднегодовых температур происходит с трендом 0,06–0,09 °С/год [1]. Именно здесь наблюдается увеличение эмиссии метана со скоростями как минимум удвоения его концентраций за 40–60 лет. Это может привести к скачкообразному повышению температуры в самое ближайшее время на 1–1,3 °С, а к концу столетия – на 3,3° [2]. По принципу положительных обратных связей рост температуры нижних слоев атмосферы и земных поверхностей вызывает новое увеличение эмиссии парниковых газов, вслед за которым происходит дальнейшее повышение температуры атмосферы. Кроме того, этот рост уже начинает приводить к активизации других процессов в Арктике: сокращению ледового покрова, увеличению продолжительности безледного периода [2], усилению ветровой деятельности и разрушению берегов, трансгрессии моря, деградации мерзлоты.

Самоорганизующаяся планетарная климатическая система в настоящее время находится в состоянии детерминистического хаоса вблизи точки бифуркации [3]. Это означает, что даже относительно слабые воздействия антропогенного характера на нее могут изменить траекторию ее развития. Вследствие этого с особой осторожностью следует подходить к освоению арктической зоны как основного источника метангидратов, большая доля которых уже в настоящее время находится в метастабильном состоянии. Примером тому могут служить образовавшиеся в 2014–2016 гг. знаменитые воронки на Ямале. Помимо климатических катаклизмов, оттайка мерзлотных грунтов может становиться источником распространения опасных палеобактерий (вспышка сибирской язвы на Ямале летом 2016 г.).

### Литература.

1. Гаврилова М. К. Районирование (зонирование) Севера Российской Федерации // В сб. «Районирование (зонирование) Севера Российской Федерации» – Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 2007. – С. 64–98.

2. Шахова Н. Е., Семилетов И. П. Метан в морях Восточной Арктики: избранные результаты исследования (1994–2014 гг.) [www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=0e8cedce-f45f-4645-ab67](http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=0e8cedce-f45f-4645-ab67)

3. Спектор В. Б., Кершенгольц Б. М., Лифшиц С. Х., Спектор В. В. Карбонатно-метановая система саморегуляции планетарного климата // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2007. – № 6. – С. 1–12.

# ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ СТРЕСС-АДАПТАЦИИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТДАЛЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ АМФИПОД *Gmelinoides fasciatus* В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Ю. А. Лубяга<sup>1,3</sup>, М. С. Трифонова<sup>2</sup>, В. А. Емшанова<sup>1</sup>, А. Н. Гурков<sup>1,3</sup>,  
Д. В. Аксенов-Грибанов<sup>1,3</sup>, М. А. Тимофеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт озераведения РАН, г. Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>АНО Байкальский исследовательский центр, г. Иркутск

E-mail: [yuliya.a.lubyaga@gmail.com](mailto:yuliya.a.lubyaga@gmail.com)

Температура среды – важный экологический фактор, оказывающий глубокое влияние на интенсивность биохимических процессов. Особому влиянию изменения температуры подвержены гидробионты, поскольку уровень их жизнедеятельности напрямую зависит от температурных условий среды обитания. Среди защитных систем гидробионтов при повышении температуры важную роль играют неспецифические механизмы стресс-адаптации, включающие различные компоненты антиоксидантной системы и перестройки энергетического метаболизма.

Целью настоящего исследования являлся анализ активности ферментов антиоксидантной системы и показателей энергетического метаболизма у представителей отдаленных популяций *Gmelinoides fasciatus* в условиях изменения температуры. В работе использовали представителей трех популяций амфипод *G. fasciatus* из оз. Байкал, Ладожского озера и Финского залива. Амфипод акклиматизировали при температуре 6 °С и подвергали постепенной гипотермии и гипертермии (скорость изменения температуры составляла 1 °С/час).

В ходе исследования получены данные, показывающие, что активность ферментов АОС в условиях повышения температуры у представителей разных популяций *G. fasciatus* различна. Активность каталазы и глутатион S-трансферазы у ладожской популяции оказалась выше, чем у двух других популяций (как в контроле, так и при гипертермии). У контрольной группы из популяции Финского залива наблюдали самую низкую активность пероксидазы. В условиях гипотермии активности исследуемых ферментов у представителей *G. fasciatus* из всех популяций находились в пределах контрольных значений. Отмечены различия в максимальных уровнях накопления свободной глюкозы у амфипод из разных водоемов. Так, у *G. fasciatus* из Финского залива максимальный уровень накопления глюкозы оказался в два раза выше, чем у двух других популяций, несмотря на примерно равный запас гликогена у амфипод из всех трех исследованных популяций.

Высокая активность каталазы и глутатион S-трансферазы у представителей *G. fasciatus* из Ладожского озера, возможно, связана с интоксикацией организмов загрязняющими веществами, привнесенными в воды озера в результате антропогенной деятельности и воздействием на организмы других нехарактерных условий среды, таких как низкая минерализация водоема и высокое содержание органических веществ. Отмеченное различие в максимальном уровне накопления свободной глюкозы у представителей популяции *G. fasciatus* из Финского залива, вероятно, связано с повышенным расходом данного метаболита на анаэробные процессы в условиях недостатка кислорода в этом водоеме.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ 16-34-60060 мол\_а\_дк, 15-29-01003 офи\_м, баз. часть Госзадания 1354–2014/51, 6.742.2016/ДААД, 6.734.2016/ДААД.

## РОЛЬ БЕЛКОВ ТЕПЛОВОГО ШОКА В АДАПТАЦИИ ГЛУБОКОВОДНЫХ АМФИПОД ОЗЕРА БАЙКАЛ К БОЛЬШИМ ГЛУБИНАМ

Е. В. Мадьярова<sup>1,2</sup>, Д. С. Бедулина<sup>1</sup>, Б. К. Бадурев<sup>1,2</sup>, Д. В. Аксенов-Грибанов<sup>1,2</sup>,  
М. Д. Димова<sup>1,2</sup>, В. А. Емшанова<sup>1</sup>, Ю. А. Широкова<sup>1</sup>,  
Ж. М. Шатилина<sup>1</sup>, М. А. Тимофеев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск;

<sup>2</sup>Байкальский исследовательский центр, г. Иркутск

E-mail: [madyarova@gmail.com](mailto:madyarova@gmail.com)

Байкальские амфиподы (Amphipoda, Crustacea) представляют собой уникальную «модельную систему» для изучения вопросов эволюции и адаптации. В Байкале обитает более 350 эндемичных видов и подвидов амфипод, населяющих все зоны и глубины озера и характеризующихся широчайшим разнообразием адаптивных способностей.

Особенность оз. Байкал – наличие вертикального градиента условий среды, идущего из мелководной литорали в глубоководную батиналь. По этому градиенту постепенно меняется вся совокупность абиотических характеристик. В ходе своего вертикального распространения байкальские виды (в том числе и амфиподы), продвигаясь из литорали в глубину, шли из зоны с максимальными флуктуациями параметров в зону полной стабильности. Такое продвижение естественным образом могло отразиться на адаптивных способностях глубоководных видов.

Целью данного исследования было определение роли универсального клеточного стресс-маркера – БТШ70 – в адаптации к различным глубинам у глубоководных амфипод из рода *Ommatogammarus*. В качестве объекта исследования нами были выбраны два представителя этого рода – *O. flavus* (Dyb., 1874) и *O. albinus* (Dyb., 1874). Данные виды являются эврибатными и обладают разными термо- и токсикорезистентными способностями.

Отлов осуществляли в районе пос. Большие Коты (Южный Байкал) с установленных ледовых станций при помощи глубоководных ловушек. Отбор проводили по вертикальному градиенту, с диапазоном глубин от 50 до 300. После снятия ловушек со всех глубин производилась фиксация животных в жидком азоте. Для определения оптимальной скорости подъема глубоководные ловушки с амфиподами были подняты с различной скоростью и также зафиксированы в жидком азоте непосредственно после отлова. С помощью денатурирующего электрофореза с последующим вестерн-блоттингом был определен базальный уровень и содержание БТШ70 у представителей двух исследуемых глубоководных видов амфипод. Обнаружили, что у вида *O. flavus*, выловленного с 50 м, количество содержания БТШ70 почти в три раза ниже ( $P < 0,05$ ), чем у *O. flavus*, выловленного с глубины 300 м. Базальный уровень БТШ70 у *O. flavus* выше в 3,3 ( $P < 0,05$ ) раза, чем у *O. albinus* с глубины 300 м. Показано, что содержание БТШ70 у глубоководных видов амфипод не менее чем в два раза ниже по сравнению с группой сублиторальных видов. В ходе оценки содержания стрессовых белков БТШ70 у глубоководных амфипод, поднятых со средней скоростью 10 м/мин, и у глубоководных амфипод, со средней скоростью подъема 1,5 м/мин, показано, что для *O. flavus* и *O. albinus*, поднятых со дна с высокой скоростью, характерен повышенный уровень БТШ70. Детальный анализ белковых профилей с применением протеомного подхода с последующим вестерн-блоттингом показал, что при подъеме с глубины у *O. albinus* происходит синтез 8 изоформ БТШ70.

Таким образом, впервые показано, что данная группа стрессовых белков может принимать участие в адаптации эврибатных байкальских эндемичных амфипод к изменению гидростатического давления при их миграциях на различные глубины.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 16-34-60060, № 16-34-00687, гранта РНФ 17-14-01063, темы ГЗ 6.1387.2017/ПЧ и 14.9964.2017/ДААД.

КЛИМАТОГЕННАЯ ДИНАМИКА ЛЕСОТУНДРОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ.  
СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПАНСИЯ

В. С. Мазепа

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

E-mail: [mazepa@ipae.uran.ru](mailto:mazepa@ipae.uran.ru)

В настоящее время изучению климатогенной динамики лесотундровых и лесолуговых растительных сообществ уделяется значительное внимание в связи с необходимостью получения всесторонней оценки их реакции на глобальное потепление, а также анализа экологических и социальных последствий потепления, которое продолжается до настоящего времени.

Полярный Урал – один из наиболее перспективных районов в связи с преобладанием простых по составу древостоев, произрастающих в экстремальных почвенно-климатических условиях, длительной сохранностью сухостоя и валежа (до 1500 лет), сильной изменчивостью термических условий различной длительности и слабым влиянием антропогенных факторов.

Для количественной оценки изменений древостоев, произрастающих в экотоне верхней границы леса, использовались различные методы и подходы. Основные из них – метод постоянных высотных профилей, изучение возрастной и морфологической структуры и продуктивности как ныне живущих, так и усохших древостоев, дендрохронологические и дендроклиматические исследования, крупномасштабное тематическое картирование, сравнение изображений древесной растительности на исторических и современных ландшафтных фотоснимках.

В докладе представлены результаты многолетних (с 1960-х гг.) исследований влияния изменений климата на состав, структуру, продуктивность и пространственное распределение лесотундровых сообществ в высокогорьях Полярного Урала (бассейн р. Соби). Показаны пределы изменения лесотундровой растительности за последнее тысячелетие по таким параметрам, как возрастная структура, густота и продуктивность древесного яруса, высотное положение верхней границы лиственничных редколесий и сомкнутых лесов. Произведено количественное сравнение этих характеристик с вековыми изменениями температуры летних месяцев, реконструированной при помощи древесно-кольцевого анализа.

Современное потепление климата, начавшееся в 1920-х гг. и продолжающееся до настоящего времени, привело к интенсивной экспансии древесной растительности в горные тундры Полярного Урала, значительному повышению продуктивности древостоев, продвижению верхней границы леса выше в горы на 40–60 м, увеличению степени облесенности экотона верхней границы леса в два раза.

**Литература.**

1. Mazepa V. S. Stand density in the last millennium at the upper tree-line ecotone in the Polar Ural Mountains. //Canadian Journal of Forest Research. – 2005. –Vol. 35, N 9. – P. 2082–2091.

2. Мазепа В. С., Дэви Н. М. Образование многоствольных жизненных форм деревьев лиственницы сибирской в экотоне верхней границы леса на Полярном Урале как индикатор изменения климата // Экология. – 2007. – № 6. – С. 471–475.

3. Шиятов С. Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 216 с.

4. Шиятов С. Г., Мазепа В. С. Современная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру Полярного Урала // Экология. – 2015. – № 6. – С. 403–410.

# КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИКИ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Е. П. Майсюк

Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [maysyuk@isem.irk.ru](mailto:maysyuk@isem.irk.ru)

Экологические проблемы энергетики в Байкальском регионе можно систематизировать территориально, по видам экономической деятельности, по характеру и масштабам эмиссии вредных веществ в элементы природной среды.

Территориальное рассмотрение показывает, что Байкальский регион – это обширная зона трех субъектов РФ: Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края. Наибольшие объемы выбросов в атмосферу (до 74 % от всех выбросов региона) и сбросов загрязненных стоков (87 % от суммарных стоков) приходятся на Иркутскую область, а 69 % всех отходов производства и потребления – на Забайкальский край.

К энергетике отнесены два основных вида деятельности: производство и распределение электроэнергии, газа и воды (генерация), а также добыча топливно-энергетических ресурсов. Оценка вклада энергетики в воздействие на элементы природной среды проводится на основе данных государственных докладов об охране окружающей среды [1, 2]. В 2015 г. генерация оказывала наибольшее влияние на атмосферу и водные объекты. Здесь лидировала Иркутская область – 62 %, или 283 тыс. т от суммарных выбросов генерирующих объектов Байкальского региона. Добыча топливно-энергетических ресурсов связана с образованием значительного количества отходов производства и потребления. В Забайкальском крае в 2015 г. образовалось около 58 % от суммарных отходов предприятий энергетики.

Характер воздействия определяется классом опасности поступающих в природную среду веществ: в атмосферу выбрасываются оксиды серы и азота, а также твердые частицы III класса опасности (умеренно опасные); к отходам производства и потребления отнесены золошлаки IV класса опасности (малоопасные) и вскрышные породы угледобычи V класса опасности (практически неопасные).

Особенность Байкальского региона в том, что он включает в себя территории особого природопользования: Байкальская природная территория и три ее экологические зоны, а также оз. Байкал – участок Мирового наследия. Наиболее жесткие экологические требования определены для центральной экологической зоны, где запрещены некоторые виды деятельности, в том числе строительство новых угольных котельных с одновременным определением возможности проведения реконструкции существующих угольных котельных. К объектам энергетики на территории этой зоны отнесены ТЭЦ г. Байкальска и многочисленные котельные, в 70 из которых сжигается уголь. Основная проблема – эмиссия в атмосферу твердых веществ от этих источников.

Комплексный анализ экологических проблем энергетики Байкальского региона показал, что с позиций сохранения оз. Байкал нужно снижать эмиссию газообразных выбросов крупных ТЭЦ, участвующих в дальнем переносе к акватории озера: в Иркутской области это Ангарские и Ново-Иркутская ТЭЦ; в Республике Бурятия – Улан-Удэнские, Тимлюйская ТЭЦ, Гусиноозерская ГРЭС. В центральной экологической зоне необходимо обеспечить устранение или снижение выбросов твердых частиц от котельных.

## **Литература.**

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2016. – 639 с. [Электронный ресурс]. – [www.mnr.gov.ru](http://www.mnr.gov.ru)
2. Государственный доклад «О состоянии оз. Байкал и мерах по его охране в 2015 году». – Иркутск: АНО «КЦ Эксперт», 2016. – 374 с.

# ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Е. В. Максютова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [emaksyutova@yandex.ru](mailto:emaksyutova@yandex.ru)

Особое место в вопросах экологической безопасности занимает оз. Байкал и российская территория его окружения – Байкальская природная территория. В связи с глобальным изменением климата растет повторяемость погодных аномалий.

Цель работы заключается в изучении современного состояния и изменения показателей экстремальности климата за период 1981–2015 гг. на Байкальской природной территории. Исходными данными служат ежедневные наблюдения на метеорологических станциях Росгидромета [1, 2]. В качестве показателей экстремальности климата для теплого периода года используется число дней с относительной влажностью 30 % и ниже ( $f \leq 30\%$ ), число дней с максимальной температурой воздуха равной или выше 30 °С ( $t \geq 30\text{ °С}$ , если имелось хотя бы одно значение) и сочетание вышеуказанных характеристик (атмосферная засуха) по ежедневным восьми срочным наблюдениям; для холодного периода года число дней с минимальной температурой за сутки ниже или равной –30 и –40 °С.

Рассматриваются ландшафтные условия: подтаежные, лесостепные, степные межгорных котловин, озерно-котловинные северной части оз. Байкал, озерно-котловинные западного побережья средней части оз. Байкал. По данным наблюдений получены величины числа дней с  $f \leq 30\%$  и с  $t \geq 30\text{ °С}$ , повторяемости атмосферных засух в различных ландшафтных условиях, их динамика за рассматриваемый период. Отмечается усиление засушливости с 2000 г. в подтаежных и лесостепных ландшафтах, с 2014–2015 гг. в степных межгорных котловинах, что проявляется в опасных явлениях чрезвычайной пожароопасности и сильной жары. Получены характеристики низких температур, наибольшая напряженность климатических показателей фиксируется в степных межгорных котловинах.

Изменения показателей экстремальности климата оцениваются как отклонения за 1981–2015 гг. по отношению к предыдущему многолетнему периоду до 1980 г. [3]. В целом по территории наблюдается тенденция к увеличению числа дней с  $t \geq 30\text{ °С}$ , на что указывают положительные отклонения, наибольшие в июле в степных межгорных котловинах. Изменения числа дней с относительной влажностью менее 30 % разнонаправленны. Наибольшее уменьшение этого показателя с мая по сентябрь отмечается в степных межгорных котловинах.

На всей территории отмечается уменьшение числа дней с  $t \leq -30$  и  $t \leq -40\text{ °С}$  по отношению к предыдущему многолетнему периоду, что говорит о продолжающемся потеплении зим. Изменения показателей экстремальности климата в холодный период по величине превосходят изменения в теплый период.

## Литература.

1. Булыгина О. Н., Веселов В. М., Разуваев В. Н., Александрова Т. М. «Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549. <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных>

2. Булыгина О. Н., Разуваев В. Н., Александрова Т. М. «Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТР)». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620942. <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#описание-массива-данных>

3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. – Л.: Гидрометеиздат, 1989, 1991. – Ч. 1–6, Вып. 21–24.

# ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПРИБАЙКАЛЬЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Е. В. Максютова, Е. А. Истомина

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [emaksyutova@yandex.ru](mailto:emaksyutova@yandex.ru), [elena@irigs.irk.ru](mailto:elena@irigs.irk.ru)

В связи с продолжающимися климатическими изменениями снежный покров требует дальнейшего изучения, важного для понимания динамики геосистем и ландшафтогенеза, для оценки региональных следствий изменений климата и решения практических задач, расширения сведений о структуре полей снежного покрова в Байкальском регионе.

В работе под территорией Прибайкалья рассматривается собственно впадина Байкала с окружающими ее горными хребтами. Прибайкалье отличается сложной орографией, поэтому поле снежного покрова крайне неоднородно и мозаично. Цель работы – оценка пространственно-временной динамики снежного покрова территории Прибайкалья за период 2001–2015 гг. с использованием данных метеорологических станций, спутниковых снимков и полевых исследований. Для изучения характеристик снежного покрова необходимо выбрать ключевые участки, по данным наблюдений на которых находятся количественные характеристики снежного покрова и строятся высотные зависимости. Для сравнительного анализа выделены следующие объекты: Тункинская котловина (800 м), Олхинское плато (650 м), хр. Хамар-Дабан (1350/2371 м), Баргузинский хребет (1350/2840 м), Верхнеангарская котловина (600 м), Байкальский хребет (1100/2588 м), Приольхонье (600 м), Приморский хребет (900/1746 м), Селенгинская низменность (500 м), Баргузинская котловина (650 м), хр. Улан-Бургасы (950/2033 м).

В 2017 г. в период максимального снегонакопления были проведены маршрутные снегосъемки на ключевых участках: Приморский хребет (Олхинское плато, пгт Листвянка), Хамар-Дабан (пик Черского). Измерения высоты и плотности снежного покрова проводились по высотному профилю на 12 точках пгт Листвянка, 6 точках Олхинского плато, 22 точках Хамар-Дабана.

Для территории Предбайкалья авторами ранее подтверждена хорошая сходимос ть дистанционных данных MODIS «snow cover» и материалов наблюдений сети гидрометеорологических станций за высотой снежного покрова в зимы 2000–2001, 2007–2008, 2008–2009 гг., различные по снежности [1]. Предлагается сочетание периодических снегомерных съемок с анализом дистанционных данных по снимкам MODIS «снежный покров», определение по данным ДЗЗ появления и схода снежного покрова на горной части территории, не охваченной наземными наблюдениями. Продукт «снежный покров» отображает наличие или отсутствие снежного покрова на территории и начиная с 2000 г. имеется в свободном доступе [2] с пространственным разрешением 500 м и временным разрешением 1 или 8 дней, а также с пространственным разрешением 0,05 градуса и временным разрешением 1 месяц. Данные обобщаются на уровне ландшафтных высотных поясов [3].

## Литература.

1. Истомина Е. А., Максютова Е. В. Возможность использования продукта MODIS «снежный покров» для характеристики пространственной структуры снежного покрова Предбайкалья // Лед и снег. – 2014. – № 1. – С. 66–72. <http://ice-snow.igras.ru/jour/article/view/25>
2. National Snow and Ice Data Center, <http://www.nsidc.org>
3. Ландшафты юга Восточной Сибири. М-б 1:1 500 000 / В. С. Михеев, В. А. Ряшин. – М.: ГУГК, 1977. – 4 л.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Е. А. Мамонтова, А. А. Мамонтов, Е. Н. Тарасова

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [elenam@igc.irk.ru](mailto:elenam@igc.irk.ru)

В число стойких органических загрязнителей (СОЗ) Стокгольмской конвенции, подписанной и ратифицированной Россией, входят хлорорганические пестициды (ХОП), продукты промышленного производства (ПХБ, ГХБ), побочные продукты (ПХДД/Ф). На территории Иркутской области расположено большое количество предприятий, являющихся потенциальными источниками СОЗ («Усольехимпром», «Усольехимфарм», «Саянскхимпром», предприятия ЛПК и др.). В прошлом на территории региона широко использовали ХОП. Первые данные о содержании СОЗ в объектах окружающей среды и биоте оз. Байкал получены в начале 1980-х гг. С 1989 г. исследования концентрации ПХДД/Ф и ПХБ в оз. Байкал проводятся под руководством академиков Г. И. Галазия и М. И. Кузьмина в составе Байкальского экологического музея, отдела экологических исследований Прибайкалья, а затем Института геохимии (ИГХ) СО РАН вместе с НПО "Тайфун", а с 1995 г. с учеными из Германии, Финляндии, Швеции [1–3]. За это время были исследованы СОЗ в атмосферном воздухе и осадках, воде, почвах, донных отложениях, биоте Байкала, продуктах питания и биосубстратах человека (грудное молоко, кровь, жировая ткань) на территории Иркутской области и Республики Бурятия. Анализы ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХБ осуществлялись в лабораториях Германии (университет Байройта, ERGO (Гамбург)) и Канады (Health Canada). Недоксиноподобные ПХБ и ХОП определялись сначала в Университете Байройта и Институте исследования Балтийского моря (Германия). С 2001 г. анализ ПХБ и ХОП проводится в лаборатории ИГХ СО РАН, организованной в рамках проекта INTAS.

Полученные результаты показывают наличие сильного длительно действовавшего источника ПХБ, ПХДД/Ф и ГХБ в районе г. Усоля-Сибирского («Усольехимпром»), атмосферные эмиссии и сточные воды которого вызвали повышенное содержание данных СОЗ в объектах окружающей среды (почвах, снеге, атмосферном воздухе, донных отложениях р. Ангары), продуктах питания в зоне влияния выбросов и биосубстратах жителей города. Загрязнение СОЗ окружающей среды района следует учитывать при решении проблемы загрязнения ртутью промплощадки «Усольехимпрома».

Еще одна проблема – накопление значительных концентраций СОЗ в байкальской нерпе и, как следствие потребления местным населением мяса и жира нерпы, повышение уровня СОЗ в грудном молоке жительниц поселков на Байкале, что говорит о повышенной антропогенной нагрузке на экосистему озера. Основным источником ПХДД/Ф и ПХБ для оз. Байкал является БЦБК и его промплощадка. Определенное значение имеет и активно развивающийся на Байкале туризм.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ 07-05-00697, 10-05-00663, 15-05-00896, INTAS 2000-00140.*

## **Литература.**

1. Мамонтов А. А. Полихлорированные дибензо-пара-диоксины и родственные соединения в экосистеме оз. Байкал. – М.: Академия наук о Земле, 2001. – 68 с.
2. Мамонтова Е. А. Гигиеническая оценка загрязнения диоксинами и родственными соединениями окружающей среды Иркутской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 141 с.
3. Полихлорированные бифенилы в Байкальском регионе: источники, дальний перенос и оценка риска (результаты гранта INTAS 2000-00140). – Иркутск: Изд-во Ин-та геогр. СО РАН, 2005. – 52 с.

# СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В ОРГАНИЗМЕ ЖИТЕЛЕЙ КАК ПОКАЗАТЕЛИ ДОМИНИРУЮЩЕГО ИСТОЧНИКА ТОКСИКАНТОВ НА ИЗУЧАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е. А. Мамонтова, Е. Н. Тарасова, А. А. Мамонтов

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [elenam@igc.irk.ru](mailto:elenam@igc.irk.ru)

В докладе представлены результаты исследования стойких органических загрязнителей (СОЗ) (ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, ПХБ и ПХДД/Ф) в грудном молоке жительниц Иркутской области [1, 2] с точки зрения влияния различных источников СОЗ и путей поступления в организм человека.

Среди городского населения наиболее высокие уровни ПХБ и ПХДФ обнаруживаются в грудном молоке жительниц г. Усолья-Сибирского, где расположены предприятия «Усольехимпром», «Усольехимфарм» и др. Район также характеризуется высокими уровнями ПХДД/Ф, ПХБ в почвах и продуктах питания животного происхождения. Содержание ПХДД/Ф, ПХБ в биосубстратах жителей изменяется в широких пределах в зависимости от особенностей питания, расположения сельхозпроизводителей, места работы обследованного и т. д. Отличительный признак данной категории населения – характерный конгенерный состав ПХДД и ПХДФ. Концентрации 2,3,4,7,8-ПнХДФ и 1,2,3,4,7,8-ГкХДФ выше, чем уровни ОХДД. Соотношение 1,2,3,4,7,8- и 2,3,4,6,7,8-ГкХДФ в биосубстратах жителей Усолья-Сибирского выше, чем в других районах области.

Подобная проблема возможна и в отношении населения г. Саянска, где расположено предприятие «Саянскхимпром». Первые данные по содержанию СОЗ в биосубстратах жителей Саянска [3] позволяют предполагать схожую ситуацию.

Еще одна группа с высокой экспозицией СОЗ – жители населенных пунктов на берегах Байкала, использующие в пищу жир нерпы. Содержание ПХДД/Ф в жире нерпы сравнимо с уровнями их концентрации в балтийских тюленях [4]. Уровни ПХБ в грудном молоке жительниц пос. Онгурен соотносимы с показателями подобной категории на Фарерских островах, где используют в пищу морских млекопитающих. Эта группа характеризуется высокими концентрациями ПХБ, ДДТ и его метаболитов, ТЕQ ПХДД/Ф. Большой вклад в суммарный эквивалент токсичности диоксинов и родственных соединений вносят 2,3,7,8-ТХДД и 1,2,3,7,8-ПнХДД, по сравнению с другими группами, что характерно также для конгенерного состава, найденного в байкальских нерпах. Соотношение ПХБ-153 и ПХБ-138 > 1, тогда как в других районах области < 1.

Таким образом, повышенное содержание СОЗ в биосубстратах жителей региона определяется концентрациями СОЗ и конгенерным составом ПХБ, ПХДД/Ф, поступающими в окружающую среду из доминирующего источника, а также высокими концентрациями, содержащимися в некоторых продуктах питания.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ 07-05-00697, 10-05-00663, 15-05-00896, INTAS 2000-00140.*

## **Литература.**

1. Mamontova E. A., Tarasova E. N., Mamontov A. A. et al. // Organohalogen compounds. – 2005. – Vol. 67. – P. 1651–1654.
2. Mamontova E. A., Tarasova E. N., Mamontov A. A. // Chemosphere. – 2017. – Vol. 178. – P. 239–248.
3. Schecter A., Piskac A. L., Grosheva E. I. et al. // Chemosphere. – 2002. – Vol. 47. – P. 157–164.
4. Tarasova E. N., Mamontov A. A., Mamontova E. A. et al. // Chemosphere – 1997. – Vol. 34. – P. 2419–2427.

## ЙОДДЕФИЦИТНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Р. С. Мануева, Л. В. Охремчук

Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск

E-mail: [manueva-r@mail.ru](mailto:manueva-r@mail.ru)

**Актуальность.** Известно, что недостаток йода приводит к нарушениям обмена веществ, риску развития различной патологии щитовидной железы. Особенно опасен недостаток йода у детей и беременных женщин. Дефицит этого микроэлемента приводит к задержке умственного развития детей, кретинизму, мертворождениям и выкидышам. В литературе накоплена большая информация о йоддефицитных состояниях у детей, но она носит разрозненный характер [1]. Отсутствие четкой системы профилактики, лечения и динамического наблюдения за детьми с этой патологией послужили основанием для проведения настоящей работы.

**Материалы и методы.** Работа проводилась на территории Иркутской области. В общей сложности обследовано свыше двух тыс. детей разного возраста. Согласно рекомендациям ВОЗ, использовались две группы параметров: клинические (частота зоба в популяции по данным пальпаторного и ультразвукового исследования щитовидной железы) и биохимические (содержание йода в моче).

Проводилось определение содержания йода в воде и продуктах питания. Результаты концентраций в воде выражали в мкг/л, в продуктах питания – в мкг/100 г. Регламентируемое содержание йода в продуктах питания приводится в справочнике [2], который использовался при оценке полученных итогов.

**Результаты исследований.** Распространенность йоддефицита в детской популяции варьировала от 66 до 86 %, его выраженных форм – от 23 до 53 %. При пальпаторном исследовании щитовидной железы установлена распространенность диффузного зоба порядка 23 %. В младшем возрасте отсутствовали половые различия заболеваемости, однако установлены достоверные возрастные различия, сопровождавшиеся большей заболеваемостью старших детей, что отражало быстрый рост данной заболеваемости с возрастом.

Во всех местностях, где проводили гигиеническую оценку содержания йода в организме детей, одновременно отбирали пробы питьевой воды, а также местные растительные и животные продукты, в которых определялось содержание йода. Исследования показали, что практически во всех местных продуктах питания и в пробах воды содержание йода находилось ниже рекомендованных значений.

**Заключение.** Комплексная гигиеническая оценка содержания йода в организме детей, объектах окружающей среды, проведенная в различных географических районах Иркутской области, свидетельствует об одинаковых геохимических особенностях исследованных местностей, характеризующихся дефицитом йода. Это говорит о том, что для жителей данных районов вследствие природных особенностей этих мест будет постоянно присутствовать риск развития йоддефицитной патологии.

### Литература.

1. Трошина Е. А., Платонова Н. М., Абдулхабирова Ф. М., Герасимов Г. А. Йоддефицитные заболевания в Российской Федерации. Время принятия решений. Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. – М.: Конти-Принт, 2012.
2. Скурихин И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. Под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельян. М.: ДеЛи принт, 2007

## ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ РУД, ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Е. Ф. Мартынович, В. П. Миронов, А. С. Емельянова

Иркутский филиал Института лазерной физики СО РАН  
E-mail: [femto@bk.ru](mailto:femto@bk.ru)

В настоящее время основной производственной технологией обогащения алмазосодержащих руд является рентгенолюминесцентная сепарация. Она хорошо разработана и широко применяется на алмазных фабриках России и зарубежных стран. Очевидные достоинства этой технологии, как и всякой другой, сопряжены с ее недостатками. В состав рентгенолюминесцентного сепаратора входит источник рентгеновского излучения мощностью в несколько киловатт. Имеется большой расход воды питьевого качества для охлаждения рентгеновских трубок. Наличие интенсивного рентгеновского излучения требует принятия специальных мер защиты. Это ведет к повышенной энергоемкости и металлоемкости изделий, к большой массе и габаритам устройств, затрудняет их настройку и юстировку, снижает экологичность. Сепаратор служит источником повышенной радиационной опасности для обслуживающего персонала. Отказ от использования рентгеновского излучения, безусловно, был бы прогрессивным решением при условии, что это не приведет к потере всех преимуществ и достоинств рентгенолюминесцентной сепарации.

Современная техника рентгенолюминесцентной сепарации, обеспечивающая высокую селективность извлечения алмазов из породы, содержащей и другие сопутствующие люминесцирующие минералы, базируется на характерных спектрально-кинетических характеристиках рентгенолюминесценции алмаза. В период обоснования постановки этого метода сепарации на производство было показано, что эти характеристики целиком определяются конечной стадией рентгенолюминесцентного процесса в алмазе – испусканием люминесцентных фотонов возбужденными квантовыми системами, ответственными за рентгенолюминесценцию [1–3].

Рабочая идея нового подхода к люминесцентной сепарации, развиваемая авторами данного доклада, состояла в том, чтобы найти и реализовать средства специального лазерного возбуждения приоритетных квантовых систем, ответственных за рентгенолюминесценцию алмазов. Предлагаемая авторами новая безрентгеновская фотонная технология решает эту задачу. Люминесцентный сигнал, получаемый от алмаза, полностью идентичен рентгенолюминесцентному сигналу. Временные характеристики люминесценции и ее спектры полностью совпадают с соответствующими характеристиками алмазов. Исследование кинетики и спектров люминесценции сопутствующих минералов, в частности образцов циркона и кальцита из кимберлитовых пород, показало, что высокая селективность извлечения алмазов при использовании нового способа возбуждения будет обеспечена.

### **Литература.**

1. Мартынович Е. Ф., Морозникова Л. В., Парфианович И. А. Спектральные и кинетические характеристики центров рентгенолюминесценции в алмазе. ФТТ. – 1973. – Т. 15, № 4. – С. 927–929.
2. Новиков В. В., Вьюнник В. С., Мартынович Е. Ф. Способ сепарации минералов и устройство для его осуществления. Авт. св-во СССР № 519889, 1974.
3. Е. Ф. Мартынович, В. П. Миронов. Рентгенолюминесценция алмазов и ее использование в алмазодобывающей промышленности // Изв. вузов. Физика. – 2009 – № 12/3. – С. 202–210.

# ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ПОДРОСТКОВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Л. Б. Маснавиева, И. В. Кудаева, Н. В. Ефимова

Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Иркутск  
E-mail: [masnavieva\\_luda@mail.ru](mailto:masnavieva_luda@mail.ru)

Качество атмосферного воздуха – один из наиболее важных экологических факторов, влияющих на здоровье человека. В атмосферном воздухе промышленных городов Саянска, Ангарска и прилегающих территорий, а также воздухе жилых и учебных помещений присутствуют поллютанты, среди которых диоксиды серы и азота, формальдегид, цинк, никель и др., обуславливающие риск развития заболеваний иммунной системы [1–3]. Цель работы – оценка содержания цитокинов у подростков с различным уровнем химической нагрузки приоритетными загрязнителями воздушной среды, тропными к иммунной системе.

Обследованы 639 подростков городов Ангарска, Саянска и прилегающих территорий. Для каждого индивида была рассчитана химическая нагрузка и индекс опасности формирования патологии иммунной системы (НИ) с учетом данных антропометрических и спирометрических исследований, сведений об организации учебного процесса и отдыха учащихся [2, 4]. В крови школьников изучено содержание интерлейкинов (IL-2, IL-10), интерферонов (INF- $\alpha$ , INF- $\gamma$ ), иммуноглобулина А (Ig А).

Установлено, что НИ варьировал от 0,87 до 3,91, среднее значение составило  $2,37 \pm 0,03$ . В зависимости от уровня НИ было выделено три группы: группа I состояла из подростков с  $НИ < 2$ , группа II – школьники с  $2 \leq НИ < 3$ , группа III – лица с  $НИ \geq 3$ . В группе I уровень IL-2 был наибольшим и отличался от группы II ( $p = 0,001$ ). Содержание IL-10 было максимальным в группе II ( $p = 0,014$  и  $p = 0,002$  для I и III групп). Концентрация INF- $\alpha$  у подростков снижалась с увеличением НИ ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$  при сравнении I и II, I и III). Наибольший уровень INF- $\gamma$  был в группе I, наименьший – в группе III ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$  для сравнения групп I и II, I и III). Уровень IgA у школьников с НИ менее 2 был наибольшим и превышал показатели II и III групп в 1,7 и 2,1 раза ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$ ).

Таким образом, при различном уровне химической нагрузки веществами, тропными к иммунной системе, изменяется сила и направленность зависимости показателей данной системы от риска патологии в ней. Это может вызвать рассогласование процессов взаиморегуляции в иммунной системе. С увеличением риска развития патологии иммунной системы ( $НИ \geq 2$ ) наблюдается угнетение синтеза цитокинов. Кроме того, при  $2 \leq НИ < 3$  наблюдается наибольшая сопряженность процессов регуляции секреции про- и противовоспалительных цитокинов, в то время как при  $НИ \geq 3$  более половины этих ассоциаций нарушаются, но сохраняются и усиливаются связи между уровнями Ig А и IL-2, IL-10, INF- $\alpha$ , а также между IL-2 и INF- $\alpha$ , и IL-10 и INF- $\gamma$ .

## Литература.

1. Особенности формирования здоровья детей, проживающих в промышленных центрах / Л. И. Колесникова, В. В. Долгих, Л. В. Рычкова, Н. В. Ефимова, А.В. и др. // Сибирский научный медицинский журнал. – 2008. – Т. 28, № 4. – С. 72–76.

2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

3. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/4/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_rus.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/4/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_rus.pdf) (дата обращения 12.04.2016 г.)

4. Маснавиева Л. Б., Ефимова Н. В., Кудаева И.В. Оценка химического риска здоровью подростков и уровня специфических аутоантител // Гигиена и санитария. – 2016. – №. 8. – С. 738–743.

# ОСОБЕННОСТИ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ФТОРИСТЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Л. Б. Маснабиева<sup>1</sup>, М. Б. Негреева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Иркутский центр хирургии и травматологии

E-mail: [masnavieva\\_luda@mail.ru](mailto:masnavieva_luda@mail.ru)

Производство алюминия – основной источник загрязнения окружающей среды фтористыми соединениями. В атмосферном воздухе г. Шелехова, где расположено предприятие по производству алюминия, среднегодовые концентрации фтористых соединений в 2002–2015 гг. находились на уровне ПДКсс, разовые – превышали ПДКмр в 3,3 раза для растворимых твердых фторидов и в 1,8 раза – для газообразного гидрофторида [1]. У значительной доли детей, проживающих на данной территории, экскреция фтора с мочой превышала рекомендуемый допустимый уровень. У каждого третьего его содержание в волосах было выше фонового, причем оно увеличивалось с возрастом [1]. Что указывает на поступление фтора в организм детей и его накопление. Учитывая, что фторсодержащие вещества оказывают негативное влияние на костную систему, хроническое поступление данных соединений в растущий и формирующийся организм детей создает основу для развития патологии опорно-двигательного аппарата [2]. Цель работы – анализ особенностей ортопедической патологии детей, проживающих в условиях техногенного загрязнения фтористыми соединениями.

По результатам ранее проведенных ортопедических исследований детского населения г. Шелехова и Шелеховского района выявлены дети и подростки с сочетанной патологией позвоночника и таза, которые были включены в углубленный анализ [3, 4].

Анализ частоты встречаемости сочетанной патологии позвоночника и таза у детей в зависимости от района проживания установил, что 87 % детей со сколиозом 1-й степени проживали на расстоянии менее 5 км от предприятия по производству алюминия (район I), 13 % – на расстоянии более 5 км (район II), сколиоз 2-й степени выявлялся с одинаковой частотой в обоих районах (50 и 50 %). Дети с асимметрией таза 1 и 2 степени проживали почти в равных долях в I (57,1 и 43,8 %) и во II районах (42,9 и 56,3 %), при этом 64,3 % индивидов с заболеванием 3 степени были из I района, 35,7 % – из II. 70,6 и 61,5 % случаев 1, 1–2 и 2 степени асептического некроза головок бедренных костей (АНГБК) приходилось на детей из I района, 29,4 и 38,5 % – на лиц из II; АНГБК 3 степени был выявлен только у проживающих вблизи завода. Больные коксартрозом 1 и 2 степени в 33,3 % случаев проживали в I районе, в 66,7 % – во II, все дети с 3-й степенью данного заболевания были из района II, что указывает на клинические и экологические особенности сочетанной ортопедической патологии.

## Литература.

1. Рукавишников В. С., Ефимова Н. В., Горнов А. Ю. и др. Оценка среды обитания и здоровье населения в зоне размещения производства алюминия в условиях Восточной Сибири (на примере г. Шелехов) // География и природ. ресурсы. – 2016. – № S6. – С. 104–107.
2. Шалина Т. И., Васильева Л. С. Общие вопросы токсического действия фтора // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – № 5. – С. 5–9.
3. Кувина В. Н., Кувин С. С. Экогенная ортопедическая патология. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН, 2013. – 260 с.
4. Негреева М. Б., Копылов В. С., Ульянов В. С. Особенности сочетанной патологии позвоночника и таза у детей и подростков, проживающих в условиях воздействия вредных факторов алюминиевого производства // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 13–22.

# УНИКАЛЬНАЯ “ХОЛОДНАЯ” ЗИМОВКА ОКОЛОВОДНЫХ И ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ В ИСТОКЕ И ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ АНГАРЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Ю. И. Мельников<sup>1</sup>, В. В. Попов<sup>2</sup>, П. И. Жовтюк<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Байкальский музей ИНЦ СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup> БЦПИ “Дикая природа Азии”, г. Иркутск;

<sup>3</sup> Служба по охране и использованию животного мира Иркутской области

E-mail: [yumel48@mail.ru](mailto:yumel48@mail.ru), [vpovov2010@yandex.ru](mailto:vpovov2010@yandex.ru)

В истоке и верхнем течении р. Ангары (до дер. Большая Речка и, в отдельные годы, до дер. Тальцы) находится самая крупная в Восточной Сибири “холодная” зимовка околоводных и водоплавающих птиц. По комплексу условий их существования, особенностям и причинам формирования, а также размерам она считается уникальным природным явлением региона. Первые сведения о ее существовании поступили еще в XVII в. С тех пор она периодически обследовалась, что позволило выявить точный видовой состав зимующих птиц. Основу данной зимовки в настоящее время составляет гоголь *Vucephala clangula* и три немногочисленных вида: морянка *Clangula hyemalis* – до 417 особей, большой *Mergus merganser* – до 500 и длинноносый *M. serrator* крохали – до 200–300 птиц. Остальные 14 видов отмечаются небольшими группами, парами и одиночными особями. Очень суровые условия этой зимовки значительно осложняли определение численности птиц: достаточно точные сведения об их обилии появились только во второй половине XX в. В настоящее время на оз. Байкал заканчивается тепло-сухим периодом как минимум вековой цикл климата. Значительный рост комфортности зимовки по мере потепления отражается и на численности птиц. Вместе с тем проведение учетов значительно осложнилось, так как ранее они осуществлялись по льду, что сейчас практически невозможно из-за сильного уменьшения его толщины. Единственным приемлемым методом является дорогой, но дающий точные результаты, учет с использованием судна на воздушной подушке. Максимальная численность птиц отмечена в год резкого повышения осенней температуры (2013 г.) – 25,5 тыс. особей. Затем, несмотря на очень благоприятные условия, она начала снижаться, достигнув минимума в 2017 г. – 11,1 тыс. птиц (коэффициент детерминации тенденции достоверный и высокий –  $R^2 = 0,48$ ).

Анализ факторов, определяющих общее изменение численности зимующих птиц, показывает, что их обилие связано с температурой и продолжительностью осеннего периода. Все “холодные” зимовки водоплавающих птиц – вынужденные. На них остаются птицы, не успевшие накопить нужного количества пластических веществ (жира), необходимых для длительного миграционного броска к южным зимовкам. Благоприятные условия на данном участке в начале зимы (термический рефугиум) способствуют длительным задержкам птиц на местах кормежки и отдыха. Однако к тому времени, когда они уже способны продолжить миграцию, она становится невозможной. На прилегающих территориях выпадает снег, водоемы покрываются льдом, и устанавливается постоянная отрицательная температура воздуха. В теплые осени количество зимующих птиц возрастает, однако как ранние холода, так и очень длительные теплые осени ведут к сокращению их численности. При ранних холодах птицы, имеющие некоторый запас пластических веществ, сразу отлетают к югу. В длительные теплые осени они успевают накопить необходимое количество жира и также улетают на юг. И только в теплые, но относительно короткие осени основная часть птиц, задержавшихся для нажирки и отдыха, вынуждена оставаться здесь на зимовку. Следовательно, продолжительные теплые осени последних лет и раннее наступление холодов в 2016 г. привели к сокращению их численности на “холодной” зимовке в истоке и верхнем течении р. Ангары.

# ФОРМИРОВАНИЕ РИСКОВ НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ У РАБОТНИКОВ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ТРУДА

Н. М. Мещакова<sup>1</sup>, М. П. Дьякович<sup>1,2</sup>, С. Ф. Шаяхметов<sup>1,3</sup>, О. А. Дьякович<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск;

<sup>3</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования

МЗ России

E-mail: [imt@irmail.ru](mailto:imt@irmail.ru)

До настоящего времени в медицине труда не получили должного развития исследования, касающиеся оценки профессионального риска (ПР), ассоциированного с химической экспозиционной нагрузкой, а также реализованного риска изменений состояния здоровья работников, подвергающихся воздействию химических факторов малой интенсивности, что весьма актуально для современных предприятий химической промышленности. Недостаточно изучено качество жизни работников, испытывающих воздействие химического фактора.

В производстве ПВХ ОАО «Саянскхимпласт» Иркутской области основное гигиеническое значение имеет воздействие на работающих винилхлорида (ВХ) – химического вещества I класса опасности. Ретроспективный анализ загрязнения воздуха рабочей зоны токсикантом в динамике ряда лет показал, что до 1998 г. средние уровни ВХ в воздухе рабочей зоны превышали гигиенический норматив (ПДК) в 1,5–3 раза. В последующие годы и в настоящее время его концентрации регистрируются на уровне ниже ПДК в связи с внедрением на производстве комплекса санитарно-технических мероприятий, способствующих оптимизации условий труда.

В динамике медицинского обследования с интервалом в 5 лет (связная выборка – 165 работников) дана системная оценка ПР и качества жизни работников указанного производства. Анализ проведен на основе объективных показателей (расчетов стажевых экспозиционных нагрузок токсикантом и ассоциированного с ними ПР по результатам медицинских осмотров) и субъективных показателей (количественной оценки рисков основных общепатологических синдромов (РООС) анкетно-опросным методом). Выполнена также оценка качества жизни работников предприятия в сравнении с жителями Иркутской области, не имеющими контакта с вредными факторами производственной среды.

В результате исследований выявлены статистически значимые увеличения показателей рисков функциональных нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы, нервной системы и пограничных психических расстройств, а также заболеваемости в связи с болезнями системы кровообращения и нервной системы. Установлены корреляционные зависимости между показателями экспозиционных токсических нагрузок винилхлоридом и уровнями заболеваемости как в целом, так и болезнями нервно-психической сферы, эндокринной системы, органов пищеварения. Зафиксированы статистически значимые различия показателей всех компонент качества жизни работников сравниваемых групп.

Таким образом, полученные данные позволяют связать изменения в состоянии здоровья работников, занятых в современном производстве ПВХ, с накопленным воздействием химических загрязнителей производственной среды, а также обосновать использование показателей экспозиционных токсических нагрузок для выявления производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Л. А. Михайлова<sup>1</sup>, М. А. Солодухина<sup>2</sup>, Б. В. Нимаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Читинская государственная медицинская академия МЗ РФ, г. Чита;

<sup>2</sup>Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита

E-mail: [pochta@chitgma](mailto:pochta@chitgma), [inrec.sbras@mail.ru](mailto:inrec.sbras@mail.ru)

На территории Забайкальского края расположено значительное количество действующих и отработанных объектов горнопромышленного комплекса, что привело к формированию антропогенных провинций с повышенным содержанием химических элементов. В большинстве горнорудных поселений складывается неблагоприятная экологическая ситуация, которая обусловлена накоплением огромных масс отходов добычи и переработки полезных ископаемых в виде отвалов вскрышных пород, забалансовых и некондиционных руд, отходов обогащения. Наиболее загрязнены тяжелыми металлами (свинцом, кадмием, медью, цинком, никелем), мышьяком почвы и водотоки населенных пунктов Хапчеранга, Шерловая Гора, Вершино-Дарасунский, Вершино-Шахтаминский, Кадая.

В результате изучения геохимической ситуации в зоне влияния хвостохранилища Хапчерангинского оловорудного месторождения было установлено, что данный объект является источником загрязнения окружающей среды свинцом, кадмием, медью, цинком, мышьяком. На прилегающей к объекту территории в почвах наблюдается превышение ПДК свинца в 1,08–3,9 раза, кадмия – в 1,02–3,5, меди – в 1,6–3,9, цинка – в 2,2–17 раз. Шерловгорский горнопромышленный район включает олово-вольфрам-висмут-бериллиевое месторождение с наложенной мышьяковой минерализацией Шерловая Гора и оловополиметаллическое месторождения. В природных, техногенных и природно-техногенных ландшафтах обнаружены геохимические аномалии олова, мышьяка, свинца, цинка, кадмия, висмута, вольфрама, бериллия и других элементов. В процессе отработки Шахтаминского молибденового месторождения сформировалось хвостохранилище, которое является причиной загрязнения почвы, воздушного бассейна и водных объектов широким спектром химических элементов, максимальная концентрация свинца в почве превышает нормативные значения в 4,1, мышьяка – в 5,4 раза. Хвостохранилище Нерчинского полиметаллического комбината представляет серьезную опасность для окружающей среды, установлен высокий уровень загрязнения почв мышьяком, цинком, кадмием. Наблюдается значительный эоловый перенос тонкой фракции технозема за пределы объекта и водная миграция пульпы. В г. Балей хвостохранилища ЗИФ-2 заполнены водой, причем установлено, что воды озер, заполнивших карьеры, характеризуются аномально высокими концентрациями сульфат-иона, мышьяка, свинца, цинка и других элементов.

Таким образом, регион может рассматриваться как природный полигон для изучения процессов миграции и накопления поллютантов в объектах окружающей среды и влияния измененной геохимической среды на организм человека.

### Литература.

1. Геологические исследования и горнопромышленный комплекс Забайкалья / Г. А. Юргенсон, В. С. Четкин, В. М. Асосков [и др.]. – Новосибирск : Наука, 1999. – 574 с.

2. Минералого-геохимические особенности техноземов хвостохранилища Нерчинского полиметаллического комбината и его влияние на экологическое состояние окружающей среды / Г. А. Юргенсон, Р. А. Филенко, О. К. Смирнова [и др.] // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных поселений: Материалы IV Всерос. симпозиума, г. Чита 5-8 апреля 2012 г. – Чита, 2012. – С. 41–45.

## СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Т. А. Михайлова<sup>1</sup>, О. В. Калугина<sup>1</sup>, Л. В. Афанасьева<sup>2</sup>, О. В. Шергина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

E-mail: [mikh@sifibr.irk.ru](mailto:mikh@sifibr.irk.ru)

По результатам собственных исследований и данным природоохранных органов проанализировано современное состояние лесов Байкальской природной территории (БПТ). Площадь земель БПТ, покрытых лесной растительностью, превышает 25 млн га, или 65 %. Леса составляют мощный ресурс региона, имеющий как хозяйственную, так и средообразующую ценность. Именно они формируют большую часть стока воды в озеро Байкал [1]. Леса относятся к бореальным, в структуре породного состава преобладают хвойные, сосна составляет 31 %, лиственница – 33, кедр – 12, ель и пихта – 4, мелколиственные породы (береза, осина, кустарники) – около 20 %. В настоящее время леса БПТ испытывают сильный пресс от воздействия многочисленных негативных факторов, что приводит к значительному ухудшению состояния этого важнейшего ресурса. Так, по данным Рослесхоза, от пожаров 2015 г. леса БПТ были повреждены на площади 1 млн 252 тыс. га, из них погибло 176 тыс. га. Стремительное сокращение лесных угодий происходит и за счет легальных и нелегальных вырубок, объем только легально заготовленной древесины с 2008 г. по 2014 г. возрос более чем на 1 млн м<sup>3</sup>, с 3,1 до 4,27 млн м<sup>3</sup> [3]. В то время как лесовосстановительные работы проведены на площади, не превышающей 35 тыс. га. Большой урон лесам наносят карантинные насекомые-вредители, особенно сибирский шелкопряд. Площадь очагов этого вредителя в 2004 г. составила 90 тыс. га, при этом 1000 га темнохвойной тайги погибло [2]. В 2015 г. площадь поражения лесов насекомыми, грибными болезнями составила около 45 тыс. га. Следует учитывать, что БПТ относится к зоне средней и сильной лесопатологической угрозы [3]. Выявлена значительная нарушенность лесов БПТ от воздействия техногенного загрязнения, поступающего с аэровыбросами Иркутского, Ангарского, Усольского, Шелеховского, Улан-Удэнского, Гусиноозерского и других промышленных центров. Общий объем выбросов только от стационарных источников в 2012–2014 гг. составил 483,7 – 411,8 тыс. т загрязняющих веществ. Особенно ослаблены хвойные леса в юго-западной части, в зоне атмосферного влияния [5]. Требуется также решения проблемы резкого возрастания рекреационной нагрузки, особенно на леса центральной экологической зоны, вследствие большого потока туристов и строительства многочисленных баз отдыха, что привело к критическому состоянию многих рекреационных зон. В целом имеющиеся данные дают основание говорить о снижении ресурсно-экологического потенциала лесов БПТ, о необходимости неотложных мер по оптимизации их состояния, что возможно при более активных действиях со стороны уполномоченных органов в соответствии с основными принципами лесного законодательства РФ [4].

### Литература.

1. Атлас «Байкал». – М.: Роскартография, 1993. – 160 с.
2. Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник. – Улан-Удэ: ЭКОС: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. – 608 с.
3. Государственный доклад «О состоянии оз. Байкал и мерах по его охране в 2014 году». – Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2015. – 436 с.
4. "Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2017).
5. Mikhailova T. A., Pleshanov A. S. and Afanasieva L. V. Cartographic assessment of pollution of forest ecosystems on the Baikal Natural Territory by technogenic emissions // Geography and Natural Resources. – 2008. – V. 29. – 317–320.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ НА АКВАТОРИЮ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Е. В. Моложникова, О. Г. Нецветаева, В. А. Оболкин, Т. В. Ходжер

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [yelena@lin.irk.ru](mailto:yelena@lin.irk.ru)

В работе представлена методика оценки влияния региональных источников атмосферных выбросов на состояние атмосферы над акваторией Байкала. Она базируется на совместном использовании модельных расчетов и данных наблюдений за химическим составом атмосферных выпадений. Включает в себя экспериментальную оценку количества атмосферных выпадений на акваторию озера на основании данных о загрязнении снежного покрова; определение конфигураций поля загрязнения; численное моделирование переноса, трансформации, выпадения и рассеивания примесей.

Для определения влияния антропогенных источников на состав атмосферы над Байкалом проанализирована и обобщена информация о содержании сульфатов и нитратов в снежном покрове на льду и побережье озера в 2013–2016 гг. На побережье Южного и Среднего Байкала концентрации сульфатов в снежном покрове в среднем равны 2,5 и 2,6 мг/л соответственно, на севере озера – 1,1 мг/л. Содержание нитратов в снежном покрове побережья Южного Байкала составляет 2,2 мг/л, Среднего Байкала – 1,8 мг/л, Северного Байкала – в 2 раза ниже. По данным снегосъемок 2013–2016 гг. рассчитано годовое выпадение сульфатной серы (6,9 тыс. т) и нитратного азота (3,8 тыс. т) из атмосферы на акваторию Байкала.

Для оценки пространственных масштабов переноса примесей на озеро от основных городов-источников атмосферных выбросов Байкальской природной территории проведена серия детальных расчетов на модели HYSPLIT. Расчеты позволили разделить метеорологические ситуации за изучаемый период на пять различных групп влияния. При классификации траекторий воздушных масс ориентировались на расположение основных промышленных центров региона, на повторяемость различных траекторий, на различия в синоптических ситуациях.

При расчете прямых траекторий получено, что перенос от крупных стационарных антропогенных источников Иркутской области в большинстве своем направлен на Южную котловину Байкала и составляет около 58 % от всех рассмотренных случаев за год, и лишь в 8 % случаев за год перенос направлен на Среднюю котловину. От крупных стационарных антропогенных источников Республики Бурятия перенос в Южную котловину составляет не более 15 %, в Среднюю котловину – около 26 % и в Северную котловину озера – не более 10 % за год.

По данным модельных расчетов, за год в Среднюю котловину Байкала от антропогенных источников поступает в среднем около 156 т диоксида серы и 85 т оксида азота. Для Южной котловины эти величины равны 1300 и 1200 т соответственно.

На основе методов математического моделирования и данных анализа проб снежного покрова определены зоны максимального воздействия от источников выбросов. Рассмотренные ситуации направленного переноса источник–рецептор и их повторяемости позволяют обосновать рекомендации по временному снижению выбросов при прогнозе определенных метеорологических ситуаций.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЛИН СО РАН № 0345–2016–0008 «Оценка и прогноз экологического состояния оз. Байкал и сопряженных территорий в условиях антропогенного воздействия и изменения климата».*

# ПРИМЕНЕНИЕ СКОЛЬЗЯЩЕГО КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЯХ

Р. С. Мориц, В. И. Воронин

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [mordendro@gmail.com](mailto:mordendro@gmail.com)

На сегодняшний день дендроклиматический анализ включает поиск взаимосвязей между древесно-кольцевыми хронологиями (ДКХ), и наборами данных метеорологических наблюдений, в первую очередь месячных осадков и среднемесячных температур [4]. В ряде случаев применение наборов метеорологических данных с месячным разрешением накладывает определенные ограничения на проведение дендроклиматического анализа ввиду несоответствия сезонной динамики физиологических процессов древесных растений границам календарных месяцев. Решением данной проблемы является применение наборов данных суточного разрешения, усреднение которых производится «скользящим окном» заданного размера и шага [1] (рис.). Выбор наиболее оптимального размера окна усреднения может быть произведен опытным путем или непосредственным перебором всех возможных вариантов в определенном диапазоне. Применение сплошного перебора окон усреднения наиболее предпочтительно ввиду наибольшего разрешения подобного подхода.



**Пример корреляций ДКХ со скользящими 30 суточными значениями осадков.**  
Пунктирной линией обозначено критическое значение корреляции (при  $\alpha = 0.05$ ).

Результатом применения представленного приема является корреляционная матрица, отражающая множество вариантов скользящего усреднения, что позволяет достаточно точно определить границы период года, с наиболее выраженным влиянием климатических факторов на радиальный прирост.

## Литература.

1. Симанько В. В., Бенькова А. В., Шашкин А. В. Применение метода «скользящих функций отклика» для выявления влияния климатических факторов на радиальный прирост деревьев // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С. 188–194.
2. Шиятов С. Г., Ваганов Е. А. и др. Методы дендрохронологии. Ч. I. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – С. 25–40.
3. Bunn A. G. A dendrochronology program library in R (dplR) // Dendrochronologia. – 2008. – Т. 26, №. 2. – С. 115–124.
4. The importance of early summer temperature and data of snow melt for tree growth in the Siberian Subarctic / A. Kidryanov, M. Huges, E. Vaganov [et al.] // Trees. – 2003. – № 17. – P. 61–69.

# СИСТЕМА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ

Д. В. Московченко<sup>1,2</sup>, А. Г. Бабушкин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем освоения Севера СО РАН, г. Тюмень;

<sup>2</sup>Тюменский государственный университет, г. Тюмень;

<sup>3</sup>Институт геоинформационных систем, г. Тюмень

E-mail: [land@ipdn.ru](mailto:land@ipdn.ru)

На территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры), где добывается более половины российской нефти, весьма высока опасность загрязнения окружающей природной среды. Ежегодно в округе происходит более 3 тыс. аварийных разливов нефти и минерализованных пластовых вод, а в отдельные годы количество аварий превышает 5 тыс. Постановлением окружного правительства недропользователям вменена в обязанность разработка и проведение мониторинга состояния окружающей среды на лицензионных участках. Работы по мониторингу включают в себя опробование атмосферного воздуха, снегового покрова, почв, поверхностных вод и донных отложений, оперативный анализ состояния природной среды, информирование контролирующих и природоохранных органов о фактическом содержании загрязняющих веществ. В настоящее время мониторингом охвачено около 300 лицензионных участков. Достаточно длинный ряд наблюдений (на некоторых месторождениях он превышает 20 лет) позволяет определить тенденции изменений экологической ситуации.

По данным 20-летнего периода наблюдений определен уровень нефтяного загрязнения поверхностных вод. Особое внимание уделено р. Оби, для которой были обработаны результаты анализа более чем 11 тыс. проб. В соответствии с методикой комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод [1], к категории «устойчиво загрязненных» нефтепродуктами относится 21 % обследованных водных объектов, 18 % – к категории «характерной загрязненности». Превышение ПДК было выявлено в 30 % обследованных проб, экстремально высокий (> 50 ПДК) и высокий уровень загрязнения (30–50 ПДК) – в 0,2 % проб. В пунктах мониторинга, расположенных вблизи объектов нефтедобывающего комплекса, среднее содержание НУВ в донных отложениях в 3 раза превышает содержание в фоновых условиях.

Другой формой загрязнения при нефтедобыче является техногенный галогенез [2]. В последние годы максимальный уровень солевого загрязнения отмечен на левобережье Оби, на территории Нефтеюганского района (в притоках р. Большой Балык), где в водах некоторых рек среднее содержание хлоридов более чем в 10 раз превышало фоновый уровень. Регрессионный анализ показал, что основной вклад в солевое загрязнение в масштабах округа вносят диффузные источники – рассредоточенные на водосборах эксплуатационные и разведочные скважины, шламовые амбары.

Мониторинг снегового покрова, нацеленный на индикацию атмосферных выпадений загрязняющих веществ, показывает, что на участках сжигания попутного газа наблюдается подкисление снега (среднее значение рН снижается с 5,9 до 5,1). Отмечено увеличение содержания нитратного и аммонийного азота, нефтяных углеводородов. Содержание тяжелых металлов близко к фоновому уровню, однако в отдельных случаях отмечен рост содержания никеля, хрома, цинка, ртути.

## Литература.

1. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Ростов-на-Дону, 2002. – 55 с.

2. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 376 с.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

И. И. Мохов<sup>1,2</sup>, В. А. Семенов<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, г. Москва;

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова;

<sup>3</sup>Институт географии РАН, г. Москва

E-mail: [vasemenov@ifaran.ru](mailto:vasemenov@ifaran.ru)

Обсуждаются возможные механизмы формирования значимых погодноклиматических аномалий на территории Северной Евразии в последние годы и их связь с глобальными изменениями климата и естественными квазициклическими процессами. В том числе анализируются экстремальная жара 2010 г., наводнение в Крымске в 2012 г. и на Амуре в 2013 г., а также аномально холодные зимы в начале XXI в. Сильнейшие региональные аномалии связаны с формированием долгоживущих блокирующих антициклонов, для которых при продолжении глобального потепления можно ожидать общее увеличение повторяемости. Важную роль при этом играют климатические изменения температуры поверхности морей и океанов, сокращения площади арктических морских льдов. При определении связи таких событий с глобальным потеплением необходимо учитывать эффекты регионально и глобально климатически значимых естественных квазициклических процессов, в том числе Атлантического долгопериодного колебания, Тихоокеанской десятилетней осцилляции и Эль-Ниньо / Южного колебания.

## МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

И. В. Мыльникова<sup>1</sup>, Н. В. Ефимова<sup>1</sup>, М. В. Кузьмина<sup>2</sup>, В. И. Гребенщикова<sup>3</sup>,  
В. В. Парамонов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск;

<sup>2</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области, г. Иркутск;

<sup>3</sup>Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск;

<sup>4</sup>Институт динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН,  
г. Иркутск

E-mail: [medecolab@inbox.ru](mailto:medecolab@inbox.ru)

Важнейшим условием устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития региона является состояние окружающей среды и здоровье населения. Интенсивное промышленное освоение территорий Иркутской области обусловило техногенное загрязнение объектов окружающей среды и наличие риска для здоровья населения [1]. В связи с изложенным проведено исследование с целью оценить химическое загрязнение окружающей среды и агрегированный риск для здоровья населения территорий Иркутской области.

**Методы.** Оценка состояния окружающей среды на территориях Иркутской области проведена по данным контролирующих служб в 2003–2014 гг. Рассчитаны суммарные показатели загрязнения: атмосферного воздуха; питьевой воды; почвы. Показатель комплексной антропогенной нагрузки определен сложением пофакторных оценок. Для классификации территорий по уровню загрязнения объектов окружающей среды использованы методы пространственного анализа (пакет прикладных программ STATISTICA, версия 10.0 для Microsoft Windows) Общетокическое действие контаминантов на здоровье населения исследовали в соответствии с общими принципами методологии оценки риска Р 2.1.10.19920-04.

**Результаты.** Установлено, что значительный вклад в комплексную химическую нагрузку территорий Иркутской области вносит загрязнение атмосферного воздуха ( $F = 135,3$ ,  $p = 0,0000$ ). С учетом данного признака методами пространственного анализа территории области распределены на 4 кластера – с «умеренным» (1,2 кластеры), «слабым» (3-й кластер) и «допустимым» (4-й кластер) уровнями загрязнения. Отмечено, что на урбанизированных территориях основной вклад в формирование величины суммарного риска вносят бенз(а)пирен и взвешенные вещества. Агрегированный неканцерогенный риск для здоровья населения урбанизированных территорий Иркутской области находится в пределах от 8,7 до 17,6 и оценивается как «высокий», сельских территорий – от 0,4 до 0,84 – и оценивается как «допустимый».

**Заключение.** Таким образом, комплексная химическая нагрузка достигает максимальных значений на урбанизированных территориях. Величина агрегированного риска возникновения общетокических эффектов для жителей урбанизированных территорий в несколько раз превышает значения показателя для жителей сельских районов. Полученные данные могут быть использованы в качестве аналитической и прогностической базы для управления процессами социально-экономического развития территорий Иркутской области [2].

### Литература.

1. Маторова Н. И. Оценка изменений здоровья детей в условиях воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды // Медицина труда и промышленная. – 2003. – № 3. – С. 19–23.

2. Моделирование и оценка состояния медико-эколого-экономических систем / В. А. Батурина, Е. Ю. Батурина, И. В. Бычков, А. С. Гаченко, и др. / Под ред. В. А. Батурина. – Новосибирск, 2005.

# ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СОЦИАЛЬНОГО, МЕДИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИЙ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

А. В. Мядзелец

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [anastasia@irigs.irk.ru](mailto:anastasia@irigs.irk.ru)

Оценка показателей социально-экономического развития территории на основе статистических материалов является одной из актуальных научных задач как в экономических, так и географических исследованиях. Одним из направлений в данной области является анализ взаимосвязи факторов социального, медико-демографического и экологического благополучия территории для прогнозирования развития экономической ситуации и составления планов регионального развития.

Анализ факторов благополучия выполняется через исследование сложных связей разнокачественных социально-экономических, демографических и экологических характеристик регионов, на основе чего дается сравнительная оценка качества жизни населения. Связи характеристик с помощью математических моделей, структура и коэффициенты которых изменяются от места к месту, то есть зависят от географического положения территории. Кроме того, с помощью таких моделей можно объяснять закономерности возникновения подобных вариаций, чтобы использовать эти результаты при решении прогнозных задач. Территорией исследования являются регионы, относящиеся к Байкальской природной территории – Республика Бурятия, Иркутская область, Забайкальский край. Исследуемый период составляет 15 лет – с 2000 г. по 2015 г. Используются официальные данные, опубликованные в статистическом сборнике «Регионы России».

Для сравнительного анализа и оценки связи факторов выбраны следующие показатели: средняя ожидаемая продолжительность жизни, естественный прирост численности населения как разность количества родившихся и умерших за год (чел.), суммарный доход всего населения за год (млн руб.), уровень преступности (общее количество преступлений в данном регионе за один год). Дополнительно анализировались экономические показатели: объемы промышленного и сельскохозяйственного производства, объем инвестиций, экологические показатели и др.

Связь выбранных показателей исследуется с помощью математической модели индикационной функции [1]. Методами корреляционного анализа рассчитываются коэффициенты индикационной функции при соответствующих переменных. Коэффициенты модели объективно отражают связь факторов с основным параметром экономического и социального развития региона и интенсивность их влияния на него. С другой стороны, они представляют определенные характеристики местной социально-экономической среды.

В результате дана оценка взаимосвязи факторов социально-экономического, демографического и экологического благополучия регионов исследования, проанализирована динамика факторов относительно друг друга, дана оценка их влияния на интегральный индекс качества жизни населения. Показано совместное влияние рассматриваемых показателей и условий социально-экономической среды на формирование и изменение социально-экономической и демографической ситуации на региональном уровне.

## **Литература.**

1. Черкашин А. К., Мядзелец А. В. Восстановление нелинейной зависимости качества жизни населения от социально-экономических потенциалов регионов Сибири // География и природ. ресурсы. – 2014. – № 4. – С. 149–160.

# МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ЭКОТУРИЗМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И СОХРАНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ С ОСОБЫМ РЕЖИМОМ ОХРАНЫ

А. В. Мядзелец<sup>1</sup>, Н. М. Лужкова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>ФГБУН «Заповедное Подлеморье», пгт Усть-Баргузин, Республика Бурятия

E-mail: [anastasia@irigs.irk.ru](mailto:anastasia@irigs.irk.ru), [gbt.international@gmail.com](mailto:gbt.international@gmail.com)

Государственная концепция развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в России предполагает изменение режима доступа к заповедным участкам и включает не только проведение специальных научных исследований, но и открытие отдельных зон для познавательного экологического туризма. Планируется, что такая смена ориентира в организации и развитии заповедников поможет простым гражданам больше узнать природе и повысит уровень экологического сознания и ответственности у населения.

Заповедные территории отличаются не только уникальностью охраняемых природных комплексов, но и их особой уязвимостью и хрупкостью. Они формируют так называемый экологический каркас, выступающий основой для восстановления живого вещества. Несмотря на высокий регенеративный потенциал, заповедные экосистемы чрезвычайно чувствительны к антропогенному воздействию. Нарушение естественного баланса в функционировании таких ландшафтов значительно снижает их гомеостатические свойства. Возникающее противоречие, связанное с рекреационным развитием ООПТ, требует разработки научных основ планирования и проектирования туризма на охраняемых территориях.

Авторами предлагается геосистемный подход, который реализуется для планирования и проектирования пеших образовательных маршрутов на ООПТ оз. Байкал, в частности на территории Баргузинского заповедника. Он позволяет учесть особенности уникальных и чувствительных ландшафтов и снизить антропогенное влияние при рекреационном использовании заповедных территорий. Схема планирования включает следующие этапы.

1. Определение «точек роста» – ключевых точек, которые уже имеют «историческую» инфраструктуру и точки туристической привлекательности.

2. Экспедиционные, рекогносцировочные и полевые работы, обзор выбранных точек роста, планирование возможных маршрутов, сбор данных и ландшафтных описаний для оценки устойчивости и чувствительности геосистем.

3. Применение геосистемного подхода для обоснования познавательных туристических маршрутов. Он включает ландшафтное картографирование, оценку потенциальной устойчивости и чувствительности ландшафтов к антропогенным пешим нагрузкам, мониторинговые площадки на территориях «точек роста» для изучения влияния пешего туризма на локальные экосистемы.

4. Обоснование и описание выбранных зон развития познавательного туризма. Планирование маршрутов и тематических направлений познавательного и экологического туризма в точках роста в заповеднике.

Предложенная схема реализована для отдельных участков Баргузинского заповедника. На основе экспедиционных исследований, анализа рекреационного потенциала ландшафтов и имеющейся инфраструктуры, оценки устойчивости и чувствительности геосистем выявлены приоритетные «точки роста» – в районе кордона Давша. Начато обустройство кольцевого образовательного маршрута. Определены участки средне-срочной (район р. Шумилихи) и долгосрочной (район р. Кабаньей) перспективы рекреационного развития.

# РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА «РИФТ-3» И УСТАНОВЛЕНИЕ С НИМ ПОВЫШЕННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ МЕСТНОГО НАСЕЛЕНИЯ

А. А. Мясников, Н. Н. Дундуков, М. Н. Овчинникова

АО «Урангео», г. Иркутск

E-mail: [sosna3@irk.ru](mailto:sosna3@irk.ru)

Подземный ядерный взрыв в мирных целях под кодовым названием «Рифт-3» был произведен 31 июля 1982 г. вблизи с. Борохал Осинского района Иркутской области. Ядерный взрыв «Рифт-3» осуществлен в скважине на глубине 860 м. Мощность ядерного устройства «Рифт-3» составляет 8,5 ктТЭ. На расстоянии 160 км от места взрыва в г. Иркутске он был зафиксирован как обычное землетрясение силой 3 балла (Мясников и др., 2017).

Цель проведенного ядерного взрыва – глубинное сейсмическое зондирование земной коры для выявления геологических структур, перспективных для поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, в частности нефти и газа.

Спустя несколько лет после проведения ядерного взрыва от жителей близлежащих населенных пунктов (д. Хангадай в 2 км от места взрыва, пос. Борохал в 7 км, пос. Горхон в 9 км, Обуса в 18 км, Ново-Ленино в 25 км, Оса в 45 км) начали поступать жалобы на резкое ухудшение здоровья, что подтверждалось и данными районной больницы.

С момента проведения ядерного взрыва и до настоящего времени объект «Рифт-3» обследовался в мониторинговом режиме многократно (1991–2011 гг.). Объектами радиационно-экологического мониторинга являлись почвы, донные отложения, подземные и поверхностные воды, растительность, сельхозпродукция, дикоросы, рыба.

В качестве индикатора (маркера) радиационного загрязнения окружающей среды и в первую очередь почв в России как и за рубежом принимается радиоцезий-137 – техногенный, долгоживущий (период полураспада 30,2 года) радионуклид, легко определяемый существующими аналитическими методами.

Лабораторно-аналитические исследования всех отобранных проб во все вышеприведенные полевые сезоны на радионуклиды (U, Th,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ ) выполнялись в аттестованных лабораториях (Новосибирск, Иркутск, Красноярск).

Радиоэкологическими исследованиями почвенных разрезов в районе объекта «Рифт-3» в окрестностях ближайших к нему населенных пунктов Борохал, Горхон, Хандагай установлены аномальные плотности загрязнения почв цезием-137, достигающие 65–105 мКи/км<sup>2</sup>). В 5 км от места ядерного взрыва в почвах зафиксирован плутоний 239, 240, с концентрацией 2,4 Бк/кг в 5 раз превышающие глобальный фон (0,5 Бк/кг).

Проведенный ядерный взрыв оказал негативное влияние на здоровье населения Осинского района, на территории которого находится объект «Рифт-3». Потери здоровья жителей Осинского района исследовались в рамках межкакадемического интеграционного проекта «Изучение современного техногенного загрязнения Байкальского региона и медико-генетическая оценка отдаленных последствий радиационного воздействия на его коренное население (Мясников и др., 2009).

По данным многолетней официальной статистики, заболеваемость населения Осинского района возросла к 2003 г. по сравнению с 1952–1972 гг. в 4,9 раза. При исследовании заболеваемости по классам болезней выявлено, что первые два места по значимости во всех поселках Осинского района занимают эндокринные расстройства и нарушения обмена веществ, а также патология костно-мышечной системы. В поселках Горхон и Борохал установлен высокий уровень врожденных аномалий, причем у девочек зарегистрирована самая высокая их распространенность. Наиболее выраженное увеличение нарушений здоровья установлено у детей, родившихся в 1984–1986 гг., т. е. через 2–4 года после проведения взрыва (Мясников и др., 2006).

В итоге выполненных комплексных эколого-радиационных и медицинских исследований получены данные, свидетельствующие о явном радиационном воздействии подземного ядерного взрыва «Рифт-3» на здоровье населения и окружающую среду Осинского района Иркутской области (Мясников и др., 2007).

#### **Литература.**

1. Мясников А. А., Долгих В. В., Черкашина А. Г., 2009. Результаты радиоэкологических исследований территории подземного ядерного взрыва «Рифт-3» и оценка риска для здоровья населения Осинского района Иркутской области. Материалы III междунар. конф. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». Томск. – С. 395–398.

2. Мясников А. А., Дундуков Н. Н., Овчинникова М. Н., 2017. Радиоэкологический мониторинг подземного ядерного взрыва (ПЯВ) «Рифт-3», произведенного в Иркутской области. Материалы Всерос. науч. конф. «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды». – М., 2017.

3. Мясников А. А., Черкашина А. Г. Радиоэкология: экологическая хроника исследования объекта радиационной опасности подземного ядерного взрыва «Рифт-3» и состояние здоровья населения в Осинском районе Иркутской области // Инженерная экология. – 2017. – № 6. – С. 21–34.

4. Мясников А. А., Черкашина А. Г., Колесникова Л. И., 2006. Состояние здоровья населения Осинского района Иркутской области, подвергшегося радиационному воздействию подземного ядерного взрыва «Рифт-3». V съезд по радиационным исследованиям, – Т. 1, М. – С. 127.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГИОНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

А. А. Мясников, Н. Н. Дундуков, М. Н. Овчинникова

АО «Урангео», г. Иркутск  
E-mail: [sosna3@irk.ru](mailto:sosna3@irk.ru)

Рациональное природопользование подразумевает комплексное освоение природной среды на основе системного анализа ее состояния, направленного на долгосрочное создание условий существования человека при максимальной активности использования природных ресурсов и предотвращения или обеспечения минимально вредных последствий хозяйственной деятельности.

Обоснование рационального природопользования, позволяющее осуществить комплексный анализ условий землепользования, основанный на оценке сложившегося типа хозяйственного освоения территории, потенциала ее природных ресурсов и качества окружающей среды, обеспечивается результатами многоцелевого геохимического картирования м-ба 1:1 000 000 (МГХК-1000), осуществленного в 1991–2005 гг.

В соответствии с концепцией МГХК-1000 и ЦФП «Геохимическая карта России» на основе компьютерных технологий на территорию региона оз. Байкал составлены карты рационального природопользования м-ба 1:1000000 общей площадью более 400 тыс. км<sup>2</sup>.

Цель их составления – создание картографической основы для обеспечения сбалансированного рационального природопользования на территории Байкальского региона на базе системного эколого-ресурсно-экономического анализа комплекса факторов с минимизацией негативных последствий и максимальной выгоды.

Карты рационального природопользования созданы на основе анализа и обобщения карт функционального зонирования, эколого-геохимических, прогнозно-геохимических, месторождений полезных ископаемых и агрогеохимических.

На картах изложены рекомендации по предпочтительным направлениям хозяйственной деятельности.

Серьезной проблемой для Байкальского региона является организация рационального природопользования в экологически неблагоприятных районах Иркутско-Черемховского промышленного узла и на отдельных участках радиоактивного загрязнения техногенными радионуклидами. Одновременно с экологическими проблемами важное значение приобретают выявленные здесь перспективные площади со средним и высоким минерагеническим потенциалом.

Сосредоточение крупных и экологически опасных промышленных производств в пределах Иркутско-Черемховского узла, применение отсталых технологий и отсутствие эффективной системы очистки создают сложную экологическую обстановку: 7 промышленных центров входят в приоритетный список экологически неблагоприятных городов России: Ангарск, Зима, Иркутск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов и Саянск. В этом регионе проживает значительная часть населения Иркутской области, здесь находятся значительные площади сельхозугодий, на которых выращивается сельхозпродукция для этих городов, а также расположены многочисленные пригородные огородно-садоводческие кооперативы. Получаемая сельскохозяйственная продукция, которую население употребляет непосредственно или пускает на корм домашним животным, может быть загрязнена до опасных пределов.

Важнейшей проблемой для этой территории является организация рационального природопользования в районах горнодобывающей промышленности (Джидинский вольфрам-молибденовый ГОК, Онотский тальк, Савинский магнезит, угольные разрезы Гусиноозерский, Баянгольский и другие, мраморные карьеры Перевал и Буровщина) и наличие на берегу озера в г. Байкальске Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК).

Основным источником загрязнения Южного Байкала являлся БЦБК, и самое рациональное решение этой экологической проблемы стало его закрытие.

Для сельхозугодий, находящихся в зоне неудовлетворительного экологического состояния, рекомендуются мероприятия по снижению уровня загрязнения. Такие земли могут быть использованы для выращивания технических культур.

Постоянного внимания для данного региона заслуживает проблема особо охраняемых территорий (заповедников, заказников, национальных парков) и акватория оз. Байкал. Воздушные переносы из Иркутско-Черемховского промышленного узла, а также радиоактивное загрязнение, поступавшее от Семипалатинского ядерного полигона в 1949–1962 гг. создали серьезное ухудшение экологической ситуации в природоохранной зоне оз. Байкал, поэтому здесь может быть изменен статус территории.

Учитывая уникальность оз. Байкал как объекта (участка) Всемирного природного наследия ЮНЕСКО, на его экологически чистых берегах планируется размещение центров туризма, в том числе иностранного. Примером может служить особая экономическая зона туристско-рекреационного типа «Ворота Байкала».

Наличие большого количества минеральных источников обеспечивает планирование и размещение здесь лечебно-оздоровительных объектов (курорты, санатории и лечебницы).

Выявленные на территории Байкальского региона перспективные площади со средним и высоким минерагеническим потенциалом указывают на расширение минерально-сырьевой базы и потенциально являются зонами возможного освоения по типу горнодобывающих.

Территории экстенсивного хозяйственного освоения независимо от их экологического состояния рекомендуются к долгосрочному исключению их из хозяйственной деятельности. В целом большая часть территории Байкальского региона обладает высоким ресурсным (в т. ч. минерально-сырьевым) потенциалом и, соответственно, высокой ценностью.

# РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЕТЕЙ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

М. Б. Негреева<sup>1</sup>, Л. Б. Маснавиева<sup>2</sup>, Н. И. Арсентьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский научный центр хирургии и травматологии;

<sup>2</sup>Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск

E-mail: [scrrs.irk@gmail.com](mailto:scrrs.irk@gmail.com)

Актуальность проблемы влияния техногенного загрязнения атмосферы на заболеваемость, продолжительность и качество жизни населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях, подтверждена Указом президента РФ о проведении Года экологии в 2017 г. В Восточно-Сибирском институте медико-экологических исследований и Иркутском научном центре хирургии и травматологии на протяжении многих лет ведутся исследования экологических факторов и их влияния на заболеваемость и, в частности, опорно-двигательной системы детей, подростков и молодежи, проживающих в промышленных центрах Иркутской области. Доказано, что приоритетным экологическим фактором риска развития патологии костно-мышечной системы являются фтористые соединения [5]. Основополагающими в этой области разработками Кувиной В. Н., Ефимовой Н. В., Сириной Н. В. и других было доказано, что влияние фтористых соединений на растущий детский организм вызывает нарушения формирования и созревания костной ткани, приводят к неравномерному и диспропорциональному росту костей, создавая основу как для развития патологии опорно-двигательной системы, так и сочетанной ортопедической патологии, двух и более нозологических форм [2]. На сегодня создан научно-практический фундамент исследований – информационный ресурс, включающий базы данных, патенты, медицинские технологии, публикации по экологически обусловленным ортопедическим заболеваниям [1–5]. Определена своевременность дальнейшего поиска доказательств взаимосвязи химических рисков и развития педиатрической патологии.

Перспективу исследований мы видим в их продолжении с позиции влияния экологических факторов на целостность развития детского организма, динамику адаптационного потенциала, что может быть реализовано только совместными усилиями ученых разных специальностей.

## **Литература.**

1. Ефимова Н. В., Донских И. В., Зароднюк Т. С., Горнов А. Ю. Оценка и прогноз заболеваемости подростков, проживающих в зоне влияния производства алюминия // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 4. – С. 44–49.
2. Кувина В. Н., Кувин С. С. Экогенная ортопедическая патология. – Новосибирск: Наука; Иркутск: НЦРВХ СО РАМН, 2013. – 260 с.
3. Негреева М. Б., Копылов В. С., Ульянов В. С. Особенности сочетанной патологии позвоночника и таза у детей и подростков, проживающих в условиях воздействия вредных факторов алюминиевого производства // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 13–22.
4. Сирина Н. В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха предприятиями алюминиевой промышленности Иркутской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 25.00.36. – Хабаровск, 2009.
5. Шалина Т. И., Васильева Л. С. Анализ общей заболеваемости детей и подростков по классам болезней в промышленных городах // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – № 2. – С. 66–68.

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ КАК ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДИОКСИНСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Л. А. Николаева, Л. П. Игнатъева, М. Ф. Савченков

Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск  
E-mail: [nla38@mail.ru](mailto:nla38@mail.ru)

Наиболее опасными для окружающей среды и человека являются полихлорированные дибензопарадиоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ), которые проявляют высокую степень токсичности в малых дозах, устойчивы в окружающей среде, способны к накоплению в живых организмах, включая человека. Кроме того, диоксины обладают мутагенным, канцерогенным, тератогенным, иммунодепрессивным и эмбриотоксическим действием.

Технологии целлюлозно-бумажного производства и химической отрасли сопровождаются образованием, поступлением и накоплением в твердых отходах полихлорированных органических соединений, в том числе диоксинов.

Для выявления диоксинсодержащих источников загрязнения окружающей среды были определены промышленные предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, расположенные на территории Иркутской области в городах Братске, Усть-Илимске, Байкальске, и ПО «Усольехимпром».

Пробы отобранных шламов, водно-шламовых и растительных образцов, почвы на диоксины были проанализированы в Химико-аналитическом центре НПО «Тайфун» по «Методике выполнения измерений массовой концентрации ПХДД и ПХДФ в пробах почвы методом хромато-масс-спектрометрии» (ПНД Ф 16.1.7-97, свидетельство № М 29/97).

При изучении качественного состава твердых отходов в шламонакопителях предприятий ЦБП обнаружено более 80 токсичных органических соединений, приоритетными из которых являются диоксины. При длительном хранении происходит изменение качественного состава промышленных отходов, а также миграция диоксинов в водную фазу и почву.

В отходах промышленных предприятий Иркутской области обнаружены диоксины в концентрациях, в пересчете на диоксиновый эквивалент, 10,0–177,4 нг/кг. На основании полученных результатов и выполненных расчетов промышленные отходы предприятий ЦБП и химической отрасли следует отнести к 1 классу опасности.

В соответствии с критериями оценки степени загрязнения почвы диоксинами в г. Усолье-Сибирском категория загрязнения почвы оценивается как чрезвычайно опасная, в г. Байкальске как умеренно опасная. Уровни содержания диоксинов в почве этих городов составили соответственно 56,2 нг/кг и 3,5 нг/кг.

Выполненные исследования показали необходимость в разработке мер природоохранного характера.

# ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ГЕОСИСТЕМ ЛЕНО-АНГАРСКОГО ПЛАТО В ПЛИОЦЕНЕ

В. Н. Ноговицын

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [NV.plus.MK@yandex.ru](mailto:NV.plus.MK@yandex.ru)

Существует тесная связь между структурой геосистем, климатом и тектоническим режимом территории. Лено-Ангарское плато является результатом влияния Байкальского рифта на окраину Сибирской платформы. Лено-Ангарское плато – географический узел контрастных природных условий, и район с длительной историей формирования. В настоящее время плато сложено карбонатно-терригенными породами кембрия и ордовика, имеет глубоко расчлененный рельеф и характеризуется суровыми климатическими условиями [3].

Для территории Лено-Ангарского плато плиоцен ознаменовался неоднократными значительными изменениями климатических характеристик и активизацией тектонических процессов.

В раннем плиоцене начинается процесс аридизации климата, в связи с чем происходят изменения в структуре геосистем. В лесах доминируют пихта, ель с небольшой примесью широколиственных. С конца раннего – начала среднего плиоцена наступила сильнейшая аридизация климата, спровоцировавшая широкое распространение степной растительности. В результате аридизации и общего потепления климата ранне-, средне- и начале позднеплиоценового времени шло чередование лесостепных и степных фаз с сухими степными и полупустынными [1, 4]. В среднем плиоцене вновь активизировались тектонические движения, окончательно сформировавшие Байкальскую впадину, и способствовали обособлению растительных формаций. Интенсивный подъем восточных хребтов и нагорий оказал барьерную роль для циркуляции атмосферы [2].

Начало позднего плиоцена связано с перерывом тектонической деятельности. Растительность разбавляется бореальными типами, неморальные элементы сохранены ещё в составе древесных (дуб, орех, граб), кустарниковых (лещина) и мхов с травами. Мхи представлены и сейчас в виде реликтов [4]. В середине позднего плиоцена произошла очередная активизация тектонических процессов. Произрастали пихта, ель, кедр. Усилилась континентальность климата, климат стал суровее. Поздний плиоцен характеризовался разнообразной географией ландшафтов зонального и провинциального типов и их сменой во времени. Темнохвойные формации продвинулись на юг Лено-Ангарского плато, где еще оставались степные сообщества с долинными еловыми лесами, что свидетельствует о значительном похолодании и увеличении влажности климата [2, 4].

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00902.*

## **Литература.**

1. Волкова В. С., Белова В. А. Основные климатические границы Сибири в позднем кайнозое // Тез. Всесоюз. Конф. по четвертичному периоду. – Уфа, 1981. – С. 31–36.
2. Коновалова Т. И. Самоорганизация геосистем юга Средней Сибири / Т. И. Коновалова; науч. ред. В. М. Плюснин. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2012. – 147 с.
3. Плоскогорья и низменности Восточной Сибири / О. М. Адаменко, И. Ю. Долгушин, В. В. Ермолов // Академия наук СССР, Сиб отд-ние, Ин-т земной коры. – М.: Наука, 1971 – 319 с.
4. Предбайкалье и Забайкалье // Общ. ред. Герасимов И.П. – М.: Наука, 1965. – 492 с.

# ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

М. А. Ноговицына

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [25051204@mail.ru](mailto:25051204@mail.ru)

Южное Прибайкалье находится в пределах Байкальской рифтовой зоны, его составляют Гункинская ветвь котловин, северный и северо-восточный макросклон хр. Хамар-Дабан, юго-восточная часть Восточного Саяна.

Под динамикой ландшафтов следует понимать направленное развитие ландшафтов под влиянием внешних или внутренних факторов, выражающееся в функциональных пространственных и структурных изменениях.

К основным факторам такого развития относятся спонтанная динамика, или саморазвитие, тектонические движения территории и изменение климатических характеристик.

*Саморазвитие* протекает, прежде всего, в силу внутренних причин, как ответ на воздействие внешних условий и факторов. В целом саморазвитие – это упорядоченный процесс смены переменных динамических состояний по направлению к коренному. При этом коренные ландшафты наиболее устойчивые; мнимокоренные – устойчивые; серийные – менее устойчивые; серийные факторальные – наименее устойчивые. Факторально-динамические ряды и динамические состояния отражают исторические взаимодействия различных ландшафтов и их компонентов. В настоящее время значительная часть ландшафтов Южного Прибайкалья является серийными.

*Тектонические движения территории.* Изменение динамики ландшафтов Южного Прибайкалья в значительной мере обусловлено воздействием неотектонических факторов. Территория исследования расположена в пределах двух основных тектонических элементов – Байкальской рифтовой и Саяно-Байкальской складчатой зон. Формирование и развитие неотектонической структуры Южного Прибайкалья определяют три энергонесущих элемента глубинного строения Земли: мощный астенолит; легкие блоки земной коры, насыщенные гранитоидными интрузиями; вертикальный канал мантии. Их воздействие привело к формированию в районе многообразных и контрастных форм рельефа. Сочетание горных и котловинных территорий сказывается на литолого-геоморфологических условиях и дифференциации климатических показателей.

*Изменение климатических характеристик.* Переработка потоков вещества и энергии геосистемой в неравновесных условиях адаптации к воздействиям внешних и внутренних факторов имеет динамический характер. В настоящую эпоху на территории Южного Прибайкалья отмечается усиление аридизации климата. Сложившийся естественный ход преобразования ландшафтов в совокупности с природными условиями территории, приводит к однонаправленному усилению динамических процессов, достижению ландшафтом критических параметров. В итоге происходит увеличение площадей, занимаемых светлохвойными и производными мелколиственными группами фаций.

В целом можно отметить, что ландшафты Южного Прибайкалья отличаются повышенной динамичностью, что связано, прежде всего, с физико-географическими условиями территории.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 16-05-00902.*

# ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА МИКРОФЛОРУ И СОСТАВ НЕФТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

В. С. Овсянникова, А. Г. Щербакова, Л. К. Алтунина

Институт химии нефти СО РАН, г. Томск  
E-mail: [varja@ipc.tsc.ru](mailto:varja@ipc.tsc.ru)

Одной из значительных проблем рационального недропользования является получение максимально возможной добычи нефти, что осложняется ухудшением структуры нефтяных запасов – ростом доли трудноизвлекаемых и высоковязких нефтей. На увеличение коэффициента извлечения нефти и выработку малоподвижной части запасов месторождений на поздней стадии разработки работают тепловые, газовые, микробиологические и волновые МУН [1]. Коллективом Института химии нефти разработан ряд нефтewытесняющих и гелеобразующих композиций для повышения нефтеотдачи, применяемых как в сочетании с тепловыми методами, так и на естественном режиме разработки [2].

**Целью** данной работы было исследование влияния двух нефтewытесняющих композиций с регулируемой вязкостью и щелочностью (ИХН-ПРО, НИНКА 3) и полимерной гелеобразующей композиции МЕТКА на углеводородокисляющую пластовую микрофлору в процессе утилизации ею нефтей разного состава.

Из пластовых флюидов Усинского месторождения были выделены культуры бактерий, способных окислять нефтяные углеводороды и синтезировать поверхностно-активные вещества, что потенциально может быть использовано для разработки микробиологического метода повышения нефтеотдачи.

В условиях закрытого культивирования установлено положительное влияние разбавленных растворов (0,1–0,5 %) исследуемых композиций на рост микрофлоры при условии наличия полного набора биогенных элементов в питательной среде.

На примере двух нефтей Усинского месторождения показано, что рост микрофлоры усиливался по сравнению с контролем при введении всех трех композиций в случае с нефтью с повышенным содержанием алканов и при введении композиции ИХН-ПРО в случае с нефтью с высоким содержанием аренов.

По данным ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии, для активизации биодegradации нефти с высоким содержанием ароматических углеводородов, оптимальным стимулирующим субстратом может быть нефтewытесняющая композиция ИХН-ПРО, а максимальное преобразование нефти с высоким содержанием алканов отмечено в присутствии нефтewытесняющей золеобразующей композиции НИНКА-3.

Таким образом, разработанные в Институте химии нефти композиции, применяемые для ограничения водопритока, интенсификации добычи и выравнивания фронта вытесняющей жидкости, в разбавленном виде обладают стимулирующим действием по отношению к углеводородокисляющей пластовой микрофлоре, что проявляется на уровне роста ее численности и глубине биодеструкции нефти.

## Литература.

1. Муслимов Р. Х. Проблемы рациональной разработки нефтяных месторождений и воспроизводства запасов // Георесурсы. – № 3 (31). – 2009. – С. 18–22.
2. Алтунина Л. К. / Физико-химические технологии с применением гелей, зелей и композиций ПАВ для увеличения нефтеотдачи месторождений на поздней стадии разработки // Л. К. Алтунина, В. А. Кувшинов, И. В. Кувшинов // Георесурсы. – 2014. – № 4. – С. 20–27.

# ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДНИКОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

О. П. Осипова<sup>1</sup>, Э. Ю. Осипов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [oliosip@yandex.ru](mailto:oliosip@yandex.ru), [eduard@lin.irk.ru](mailto:eduard@lin.irk.ru)

Была проведена оценка взаимосвязи между изменениями летней абляции ледников юга Восточной Сибири и циркуляционными процессами в нижней и средней тропосфере. С 1850 по 2011 г. площадь ледников юга Восточной Сибири сократилась в среднем на 59 % [1]. Наиболее интенсивно ледники сокращались в период с 2001 по 2011 гг., что можно объяснить значительным повышением температуры (на 2,5 °С) в 1970–2000-х гг. Максимальная температура отмечалась в 2001–2002 гг., что подтверждают суммы положительных температур (СПТ) над тремя исследуемыми ледниковыми зонами. В целом пять лет (2001–2005) были экстремально теплыми в исследуемом регионе, что способствовало усиленному таянию ледников. Типичные синоптические ситуации, характерные для периодов с максимальной и минимальной абляцией ледников Кодара и Восточного Саяна авторы рассматривали ранее [2]. В летние месяцы над тремя ледниковыми зонами в 50 % случаев преобладало циклоническое барическое поле. Остальные 50 % почти поровну распределились между антициклоническим и малоградиентным барическими полями (МБП). Наибольшее количество дней с циклонами наблюдалось над ледниками Кодара. Над тремя ледниковыми областями прослеживалась активная фронтальная деятельность. Проведен корреляционный анализ между СПТ и атмосферными параметрами. Получены высокие положительные коэффициенты корреляции между СПТ и антициклоническими полями, теплыми атмосферными фронтами и теплой адвекцией воздушных масс. Наибольшие коэффициенты корреляции между указанными величинами наблюдались над Байкальским хребтом и Восточным Саяном. Следовательно, увеличению абляции над этими ледниковыми зонами способствовали: барические поля по типу антициклонального, теплые атмосферные фронты и адвекция тепла. Низкой абляции способствовали циклоны и адвекция холода.

Установлено, что на процессы таяния ледников оказывает существенное влияние атмосферная циркуляция. Выявлены типы барических образований, способствующие увеличению и уменьшению абляции ледников. Можно сделать вывод, что климатические условия в гляциальной зоне исследуемого региона характеризуют три основные особенности. Во-первых, прохождение барической ложбины на широте 50-60 градусов и развитие области высокого давления в средних широтах. Во-вторых, создание локальных барических образований пониженного и повышенного давления происходит под воздействием орографического фактора. В-третьих, блокирующий теплый антициклон над центральными районами Якутии и выход южных циклонов с Монголии в район Байкала.

## **Литература.**

1. Osipov E. Y., Osipova O. P. Mountain glaciers of southeast Siberia: current state and changes since the Little Ice Age // *Annals of Glaciology*. – 2014. – 55(66). – P. 167–176.

2. Osipova O. P., Osipov E. Y. Relationship between recent climate change, ablation conditions of glaciers of the East Sayan Range, Southeastern Siberia, and atmospheric circulation patterns // *Environmental Earth Sciences*. – 2015. – 74 (3). – P. 1947–1956.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДОЛИННО-РЕЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

К. В. Павлюченко, Е. Н. Мартынова, Е. В. Жигулина

Воронежский государственный университет, г. Воронеж  
E-mail: [evkand@yandex.ru](mailto:evkand@yandex.ru)

Долинно-речные ландшафты являются доминирующими ландшафтами в Воронежской области. Под долинно-речными ландшафтами мы понимаем парагенетические и парадинамические системы, образованные в результате эрозионной деятельности [3]. Наиболее крупные речные долины представлены долинами рек Дон, Воронеж, Битюг, Икорец, Хопер, Савала и других, для которых в ландшафтной структуре характерны пойменный, надпойменно-террасовый и склоновый типы местности. Так, например, в долине реки Хопёр, которая протекает на северо-востоке области и имеет длину около 206 км в пределах области, представлены все эти типы местности. Пойменные ландшафты занимают огромную территорию в общей ландшафтно-типологической структуре и обладают большим числом урочищ. Ширина поймы меняется в пределах от 5 до 12 км, лишь в некоторых местах сокращаясь до 1,5 км. Рельеф пойменного типа местности долины реки отличается сложностью и разнообразием. Надпойменно-террасовый тип местности представляет собой систему разновозрастных, литологически и морфологически разнородных комплексов. В долинах Хопра отчетливо выражены все террасы. В литологическом отношении они представлены преимущественно песками и супесями. Первая терраса имеет почти повсеместное распространение и достигает высоты 7–8 м. Вторая терраса сложена песками, суглинками, местами перекрыта слоем супесей, достигает высоты 15–18 м. Поверхности третьей и четвертой надпойменных террас превышают урез воды в реках соответственно на 30–35 и 50–55 м. Склоновый тип местности играет большую роль в правобережной части Прихопёрья. Его распространение и глубины долинно-балочного расчленения – это результат нарастания на юго-восток Окско-Донской равнины. На смену среднекрутым и невысоким склонам приходят крутые (свыше 10–15°) и высокие (более 30–50 м) песчано-суглинистые склоны. Широкое распространение получают овражные, обвально-осыпные, оползневые крутосклоновые урочища, а также встречаются нагорные и байрачные дубравы. Высокая напряженность обвально-оползневых процессов наблюдается у г. Новохопёрск.

В последние десятилетия в Воронежской области наблюдается тенденция регрессивной направленности развития долинно-речных ландшафтов. При проведении исследований и сопоставлении данных за 1964 и 2008 гг. было выявлено сокращение длин русел рек [1]. Так, в Терновском районе Воронежской области этот процесс присущ в основном только малым рекам, таким как Малая Елань, Терновка, Шинкость. Кроме того, наблюдается понижение уровня воды во всех реках Терновского района. А на малых реках в определенные сезоны года наблюдается пересыхание. Особенно это характерно для таких рек, как Терновка, Малая Елань, Семигорка и верховья р. Большая Елань. Было установлено, что данные процессы характерны для большинства рек Воронежской области, а исчезновение рек вызвало достаточно интенсивную трансформацию долинно-речных ландшафтов. В итоге пойменный тип местности утратил свойственные ему признаки и перешел в стадию постпойменного состояния [2]. Все это негативно сказывается на ландшафтном разнообразии, устойчивости, бонитете и ряда других позитивных свойств долинно-речных ландшафтов, что приводит к сокращению природно-ресурсного потенциала и ухудшению экологической обстановки области.

### **Литература.**

1. Дмитриева В. А. Гидрологическая изученность Воронежской области: каталог водотоков / В. А. Дмитриева. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 225 с.

2. Жигулина Е. В. Трансформация ландшафтов бассейнов малых рек Воронежской области: автореферат дис. ... канд. геогр. Наук. – Воронеж, 2013. – 24 с.

3. Мильков Ф. Н. Речные долины как ландшафтные системы // Долинно-речные ландшафты Среднерусской лесостепи. – Воронеж, 1987. – С. 4–33.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

В. А. Панков<sup>1,3</sup>, М. В. Кулешова<sup>1</sup>, Г. А. Тюткина<sup>2</sup>, Г. В. Бочкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск;

<sup>2</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области;

<sup>3</sup>ИГМАПО – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

E-mail: [pankov1212@mail.ru](mailto:pankov1212@mail.ru)

На территории Восточной Сибири располагаются крупнейшие предприятия горнодобывающей, металлургической, химической, авиастроительной, деревообрабатывающей, лесной и многих других ведущих отраслей промышленности. По данным Управления Роспотребнадзора удельный вес работающих, условия труда которых не соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, составляет около 40 % от общей численности работающих в экономике. Анализ профессиональной заболеваемости (ПЗ) за период 2000–2015 гг. свидетельствует об общей тенденции к росту числа вновь выявленных случаев. С 2000 г. показатель ПЗ в Иркутской области вырос с 2,82 на 10 000 работающих (в РФ – 1,81 на 10 000 работающих) до 3,82–4,91 на 10 000 работающих (в РФ 1,74 на 10 000 работающих) в 2014–2015 гг. Основная часть профессиональных заболеваний представлена их хроническими формами, на долю острых профессиональных отравлений приходится не более 0,1 случаев на 10 000 работающих. За наблюдаемый период наиболее высокие уровни ПЗ регистрировались при добыче каменного, бурого угля (4,5–64,8 случаев на 10 000 работающих), в производстве судов и летательных аппаратов (8,7–26,4 случаев на 10 000 работающих). Следует отметить, что в ряде отраслей экономики (черная и цветная металлургии; деятельность воздушного транспорта; производство целлюлозы; производство, передача и распределение электроэнергии) в последние годы наблюдается довольно значительный рост случаев профессиональных заболеваний. В структуре ПЗ по-прежнему на протяжении нескольких десятилетий лидирующие места занимают болезни, связанные с воздействием физических факторов, представленные в основном заболеваниями органов слуха, вибрационной болезнью и полинейропатиями, удельный вес которых в разные годы составлял соответственно 15,8–51,9 % от всех вновь выявленных профзаболеваний. Болезни, связанные с воздействием промышленных аэрозолей, представленные, в основном, пылевым бронхитом, бронхиальной астмой, пневмокониозом, ринитом, раком легкого (10–19,5 % в разные годы) занимают третье место в структуре ПЗ. Уровень ПЗ, который регистрируется на сегодняшний день в регионе, является отражением условий труда 20–25 летней давности. По нашим прогнозам, к 2020–2025 гг. при сложившихся условиях возможен рост показателей ПЗ до 4,9–5,2 на 10 000 работающих.

Вышеизложенное свидетельствует, что необходимо внедрение новых, отвечающих современным гигиеническим требованиям, технологических процессов, оборудования и механизмов; выделение приоритетных направлений, определяющих благополучие работающего населения, путем реализации региональных целевых программ; оценка профессионального риска с созданием и внедрением системы мониторинга за динамикой условий труда и состояния здоровья работающих.

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

А. И. Перфильева

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [alla.light@mail.ru](mailto:alla.light@mail.ru)

В естественных климатических условиях одновременно на растение влияют несколько экологических факторов, что может модулировать защитные реакции. Взаимодействие растений с патогенами является чрезвычайно важным вопросом в условиях, наблюдающегося в настоящее время, глобального потепления. Высокие температуры сами по себе могут привести к катастрофическим потерям урожая (Craita, Gerats, 2013). Предполагается, что из-за повышения температуры на 2–3 °С произойдет падение урожайности сельскохозяйственных культур в Африке, Азии, Индии и на Ближнем Востоке до 35 % (Ortiz et al., 2008). Повышение среднегодовой температуры на планете способно привести к распространению как самих патогенов, так и повысить эффективность их проникновения в растение-хозяина (Garrett et al., 2006). Показано, что повышение среднегодовой температуры способствуют выживанию болезнетворных микроорганизмов зимой, ускоряет их жизненный цикл летом (Harvell et al. 2002; Mina, Sinha, 2008). Ожидается, что ареал обитания патогенных микроорганизмов будет расширяться в Европе (Evans et al. 2007; Salinari et al. 2006). Возникает вопрос: как потепление климата скажется на поражаемость культурных растений фитопатогенными бактериями в России? Имеющиеся по этому поводу данные в литературе также достаточно противоречивы. Понижение температуры выращивания томатов с 25 до 15 °С ингибировало проявление симптомов инфекции *C. michiganensis* (Chang et al., 1992). С другой стороны, выращивание при 15 °С дикого вида картофеля *S. acaule* стимулировало колонизацию растений *Cms*, а выращивание при 21 °С делало растения иммунными к патогену (Laurila et al., 2003).

Для исследования влияния повышения температуры на поражаемость растений бактериями были проведены эксперименты на модельной системе – картофель *in vitro* - *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (*Cms*). С использованием микробиологических методик, ПЦР в реальном времени и Вестерн-блоттинга были подобраны условия, при которых в растениях картофеля *in vitro* наблюдается максимальный синтез белков теплового шока (БТШ) при тепловом воздействии – 39 °С, 2 ч. Исследовано влияние теплового шока, митохондриального ингибитора (монойодацетата натрия) и *Cms* (как отдельно, так и в различных комбинациях) на уровень экспрессии генов белков теплового шока: *HSP101*, *HSP60*, *HSP17.6*; PR генов: *PR2* (1,3-β-глюкозидаза), *PR4* (гевеин-подобный белок), в тканях картофеля *in vitro* двух сортов «Луговской» и «Лукьяновский». Было показано, что заражение *Cms* активирует экспрессию генов *PR2* и *PR4* у картофеля. Тепловой шок не подавляет экспрессию *PR2* и *PR4* при заражении, а экспрессия *PR4* даже усиливается. Активация экспрессии *PR2* наблюдается при всех исследованных видах обработок растений. МИА не влияет на экспрессию *PR2* при заражении, но подавляет активацию экспрессии *PR4* при заражении. МИА подавляет экспрессию *PR2* и *PR4* при комбинированном воздействии тепловой обработки и заражения *Cms*.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при повышении среднегодовой температуры растения в большей степени будут подвержены влиянию патогенных бактерий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (РФФИ мол\_а № 16-34-00806).

## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ

Ю. А. Пирогов

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва  
E-mail: [yupi937@gmail.com](mailto:yupi937@gmail.com)

Президент России Владимир Путин объявил своим Указом 2017 г. Годом экологии РФ и привлек тем самым особое внимание к имеющимся экологическим проблемам. Среди них проблема экологически чистой энергетики занимает, пожалуй, важнейшее место: широким фронтом ведутся разработки ветровых, гидроэнергетических, биотехнологических и солнечных электростанций. При этом солнечная энергетика представляет собой наиболее перспективный ресурс энергообеспечения нашей планеты в целом. Помимо известных сооружений солнечных батарей на участках с высокой инсоляцией рассматриваются принципиально новые глобального масштаба проекты использования солнечной энергии. Одним из таких проектов является создание солнечных космических электростанций (СКЭС) на геостационарной орбите, преобразующих солнечный свет в электрический ток, питающий микроволновые генераторы с последующей транспортировкой микроволновой энергии на Землю без потерь на поглощение в атмосфере при любых погодных условиях [1–4].

Рассматриваются также проекты СКЭС с передачей энергии с космической орбиты по лазерному каналу. Однако все существующие и разрабатываемые системы солнечной энергетики ограничиваются недостаточной эффективностью существующих полупроводниковых фотодетекторов на уровне 10–15 % с тенденцией деградации параметров за счет спонтанной перестройки кристаллической структуры полупроводника со временем. Поэтому предпринимаются фундаментальные поиски новых фотопреобразовательных элементов, среди которых видятся весьма перспективными так называемые нано-ректенные антенны, действующие в отличие от полупроводниковых устройств на волновых, а не квантовых представлениях о световом излучении. Нано-ректенные матрицы формируются из нано-размерных антенн дипольного типа и интегрированных в диполь детектирующих (выпрямляющих световые колебания) диодов типа «металл-изолятор-металл». Комбинация наноантенны и выпрямляющего диода и образует нано-ректенну (сокращение от английского nano-rectified antenna, т. е. nano-rectenna) [5]. Они являются новыми перспективными преобразователями световой энергии, особенно эффективными в инфракрасном и терагерцовом диапазонах, где основанные на квантовых принципах фотопреобразователи при температурах окружающей среды не работают. Детектирующие элементы в них могут быть сформированы на основе пленочных нелинейных устройств из металла или графена, обладающего высокой проводимостью и необходимыми нелинейными свойствами [6]. Прогнозируемый КПД преобразования нано-ректенн может достигать очень высоких значений (по оценкам, до 70–80 %). Первые нано-ректенны уже созданы [7] и реально претендуют на эффективную замену в составе систем как наземной, так и космической солнечной энергетики.

### **Литература.**

1. P. E. Glaser // *Science*. – 1968. – V.162. – P.857.
2. W.C. Brown // *Solar Energy*. – 1996. – V.56. – N. 1. – P. 3.
3. Ванке В. А., Лесков Л. В., Лукьянов А. В. «Космические энергосистемы» – М.: Машиностроение, 1990.
4. Саввин В. Л., Казарян Г. М., Пирогов Ю. А. // *Альтернативный киловатт*. – 2011. – № 4. – С. 34.
5. S. Grover, G. Moddel // *IEEE Journal of Photovoltaics*. – 2011. – V.1, N.1. – P. 78.
6. Yu.A. Kruglyak // *Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies*. – 2015. – V. 13. – P. 226.
7. A. Sharma et al. // *Nature Nanotechnology*. – 2015. – V. 10. – P. 1027.

# ВЛИЯНИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ *STIPA KRYLOVII* (ROSHEV) И *MELICA TURCZANINOWIANA* (OHWI)

И. Н. Пляскина

Читинская государственная медицинская академия, г. Чита

E-mail: [thebestdamnthing@mail.ru](mailto:thebestdamnthing@mail.ru)

В условиях Восточного Забайкалья распространены растения ксероморфной природы, устойчивые к дефициту влаги. У растений выработаны адаптации, позволяющие произрастать в условиях недостаточного увлажнения и обеспечивающие семенное размножение. *Stipa krylovii* (Roshev) встречается в степях, на каменистых склонах, остепненных лугах, т. е. в сообществах, характеризующихся недостатком влаги в почве и низкой относительной влажностью воздуха (2). *Melica turczaninowiana* (Ohwi) встречается на каменистых склонах и скалах, каменистых россыпях, южных степных щебнистых склонах, в зарослях степных кустарников, заходит в леса (3). В Восточном Забайкалье входит в некоторые фитоценозы с определенным фитоценотическим составом, относится к весьма редким (1). Устойчивость к дефициту влаги обеспечивается анатомическими, физиологическими, биохимическими и др. адаптациями. Стрессовые факторы оказывают влияние на ферменты, в частности на пероксидазу.

**Цель работы.** Изучить влияние осмотического стресса на прорастание семян и активность пероксидазы проростков *S. krylovii*, *M. turczaninowiana*.

**Материалы и методы.** Материалом для исследования являлись зрелые очищенные зерновки и проростки *S. krylovii* и *M. turczaninowiana*. Изучали динамику прорастания семян. Для проведения эксперимента использовали по 20 зерновок в 3-кратной повторности. Метод основан на определении количества проросших семян на растворах сахаров с высоким осмотическим давлением, имитирующим условия физиологической засухи. Использовались дифференцирующие растворы осмотика – маннита с осмотическим давлением 3, 5, 7, 10, 13, 15 и 18 атм., контроль – дистиллированная вода. Заранее отобранные и отсортированные семена обрабатывали 0,1 % раствором перманганата калия для обеззараживания. Метод позволяет на ранних этапах онтогенеза определить относительную засухоустойчивость различных видов растений. Проращивали в термостате при температуре 21 °С в течение 14 суток. Каждые сутки определяли количество проросших семян (в %). Для определения активности пероксидазы в двухнедельных проростках был использован кинетический метод, основанный на изменении оптической плотности раствора за счет образования окрашенного продукта окисления бензидина. Статистическая обработка выполнена в программе MS Excel 2010 (описательная статистика).

**Результаты.** В результате исследования было выявлено, что увеличение осмотического стресса ведет к уменьшению всхожести семян изучаемых злаков. Изучение активности пероксидазы в проростках, выращенных в растворах с различным осмотическим давлением, показало, что с увеличением интенсивности водного стресса фермент увеличивает интенсивность своей работы. Активизация пероксидазы, возможно, обеспечивает молекулярные механизмы защиты от активных форм кислорода у этих злаков при высоких значениях осмотического стресса. В свою очередь это явление позволяет видам успешно адаптироваться и произрастать в суровых условиях Восточного Забайкалья.

## Литература.

1. Редкие и исчезающие растения Сибири / Отв. ред. Л. И. Малышев, К. А. Соболевская. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 49.
2. Флора Сибири. Poaceae (Gramineae) // Сост Г. А. Пешкова, О. Д. Никифорова, М. Н. Ломоносова и др. В 14 т. – Новосибирск: Наука, 1990. – Т. 2. – 361 с.
3. Цвелев Н. Н. Злаки СССР / Ред. Н. Н. Цвелев. – Л.: Наука, 1976. – 788 с.

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОВЫХ ВОД БАРЬЕРНОЙ ЗОНЫ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В. И. Полетаева, М. В. Пастухов

Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [alieva@igc.irk.ru](mailto:alieva@igc.irk.ru)

Для Братского водохранилища зоной с высокой степенью загрязнения является основной седиментационный барьер (ниже г. Свирска), в донных отложениях которого закреплена основная масса поллютантов, поступивших в водоем от вышерасположенных промышленных агломераций. Поровые воды загрязненных донных отложений считаются источниками пролонгированного поступления токсичных элементов в водную среду, в связи с чем нами проведено исследование их химического состава. Из керна донных отложений (76 см), разделенного на четыре части, выделены поровые воды. Химический анализ проведен с использованием научного оборудования ЦКП «Изо-топно-геохимических исследований» ИГХ СО РАН.

Установлено, что концентрации  $\text{HCO}_3^-$  уменьшаются от верхних к нижним слоям керна,  $\text{SO}_4^{2-}$  – увеличиваются. В средней и нижней части керна по сравнению с верхним слоем, концентрации  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$  в два раза выше. Наибольшие концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  определены в средних слоях. Основной ионный состав поровых вод характеризуется изменчивостью гидрохимического типа: вода верхнего слоя – сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатная натриево-кальциевая, среднего – сульфатная кальциевая, нижних слоев – сульфатная натриево-кальциевая. При незначительных изменениях величины рН (7,21-7,52), величина окислительно-восстановительного потенциала подвержена значительным изменениям (-270 – +180 мВ).

Концентрация микроэлементов, как и макроэлементов, в поровых водах всегда превышает их содержание в поверхностных. Метаморфизация поровых вод проявляется в значительной неоднородности их распределения по длине керна. Помимо диагенеза, высокие концентрации потенциально токсичных элементов могут быть связаны с периодом наибольшей техногенной эмиссии.

По характеру распределения микроэлементов в поровых водах по длине керна выделены группы. Первую, наиболее многочисленную, составляют Al, Sc, Ti, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Se, Br, Cd и Pb, которые при сопоставимых концентрациях в средних и нижних слоях значительно накапливаются в верхнем десятисантиметровом слое. Вторая группа характеризуется максимальными концентрациями Li, B, Ge, Mo в нижнем слое донных осадков. В третью группу входят и As, V, Ge, Si, их концентрации достаточно равномерно распределяются по длине керна. Основной загрязнитель Братского водохранилища – ртуть, накопление которой происходит в 30–50-сантиметровом слое, коррелирует с содержанием в осадке органического вещества, а также с марганцем и соединениями серы.

Распределение микроэлементов в поровых водах основного седиментационного барьера Братского водохранилища указывает на проходящие в них процессы раннего диагенеза. В большей степени это проявляется для элементов первой группы. Отрицательная связь с сульфат-ионом указывает на происходящие в осадках процессы сульфатредукции, а наличие в придонных слоях поверхностной воды сероводорода на закрепление металлов в форме сульфидов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00891-А.*

# НОВЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Л. В. Помазкина

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [lyp@sifibr.irk.ru](mailto:lyp@sifibr.irk.ru)

Обсуждаются результаты длительных мониторинговых исследований функционирования и состояния агроэкосистем на разных техногенно загрязненных ТМ и фторидами алюминиевого производства почвах в зоне лесостепи Байкальского региона. Экспериментальные данные получены в двух мониторингах (в 1992–2005 и 1997–2016 гг.) на разных стационарах СИФИБР. Современные гидротермические изменения в эти годы за период вегетации анализировали относительно "климатической нормы" (WMO, 2008). Экспериментальная оценка воздействия факторов среды на трансформацию углерода в агроэкосистемах основана на ежегодных в течение вегетации динамических измерениях содержания С мик в почве и эмиссии CO<sub>2</sub>. Впервые выявлена достоверная связь между повышением температуры воздуха и эмиссией CO<sub>2</sub>, особенно в аномальные годы, что позволяет техногенное загрязнение агроэкосистем рассматривать как антропогенный фактор повышения CO<sub>2</sub> в атмосфере. Оценка сопряженного изменения показателей С мик / С орг, % и С-CO<sub>2</sub> / С мик, мг/г ч) выявила неодинаковую устойчивость микробного сообщества на разных почвах, которая существенно зависела от доступности субстрата и содержания гумуса.

Для анализа и обобщения данных трансформации углерода в агроэкосистемах на разных почвах использовали методологию системного анализа. Агроэкосистему исследовали как открытую систему компонентов (почва–микроорганизмы–растения–атмосфера), интегрированных потоками углерода. Минерализованный за вегетацию углерод почвы (М) оценивали как «вход» вещества в систему, который формирует потоки нетто-минерализованного (Н-М) – «выход» и (ре)иммобилизованного (РИ) углерода – «возврат на выходе» (обратная связь), обеспечивающий поддержание новообразованных веществ углерода в почве. Расчеты величины средних за вегетацию потоков Н-М (минерализация) и РИ (синтез) углерода учитывали плотность сложения пахотного слоя почв (г С/м<sup>2</sup>). Не имеющий аналога подход позволяет интегрально оценивать режимы функционирования и состояние агроэкосистем, зависящие от факторов среды [1, 2 и др.]. Согласно шкале критериев, близкое единице соотношение Н-М:РИ демонстрирует динамически-равновесное состояние агроэкосистемы (режим гомеостаза). Повышение нагрузки (аномальные факторы) изменяет режим (стресс, резистентность, адаптационное истощение, репрессия). В аномальные годы негативное воздействие загрязнения почв усиливалось. Например, в мониторинге 1992–2005 гг. выявлено, что в близкие к "норме" годы агроэкосистемы функционировали в режиме стресса, аномальные – резистентности, а на малогумусной почве – адаптационного истощения (критическая нагрузка). Обобщение полученных результатов с использованием методологии системного анализа позволяет, используя показатели обратной связи, рассматривать развитие с позиции самоорганизации (синергетики).

## Литература.

1. Помазкина Л. В. // Успехи современной биологии. – 2011. – Т. 131, № 2. – С. 194–203.
2. Pomazkina L. V., Semenova Yu. V. / Siberia Ecology, Diversity and Environmental Impact. Nova Science Publishers. – New York, 2016. Chapter 3. – P. 53–82.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В. А. Преловский, Т. И. Знаменская

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [tiznam@mail.ru](mailto:tiznam@mail.ru)

Увеличение мощностей и количества алюминиевых заводов на юге Сибири приводит к формированию крупного регионального очага загрязнения поллютантами. Локализация и интенсивность поступления химических элементов обуславливают формирование техногенных и биогеохимических провинций с различной степенью экологической напряженности [1].

Основные источники загрязнения окружающей среды при производстве алюминия – фтористые соединения, оксиды углерода и серы, полициклических ароматических углеводородов. Наиболее токсичным из них является фтор, поступающий в ландшафт преимущественно в растворенной форме [2].

Саяногорский и Хакасский алюминиевые заводы отличаются наличием современного оборудования. Тем не менее возрастающее техногенное воздействие в равной степени отрицательно сказывается на всех компонентах окружающей среды и в совокупности отражается на жизнедеятельности человека. Наиболее неблагоприятная обстановка складывается на расстоянии до 1,5 км от заводов, а газообразные соединения обнаруживаются в 30 км от источника. Согласно многолетним исследованиям, территория, прилегающая к алюминиевым предприятиям, по величине загрязнения снежного покрова относится к среднему и умеренно опасному по твердым аэрозолям, чрезвычайно опасному и высоко опасному по снеговой воде и умеренно опасному по величине загрязнения почв уровням [2].

Нарушение живой природы в зоне воздействия алюминиевого завода начинается с повреждения наиболее физиономичного компонента ландшафта – растительности. Накопление вредных химических элементов в растительности неизбежно приводит к их аккумуляции в организме животных через трофические связи, что делает опасным содержание скота в районах, прилегающих к алюминиевым заводам, из-за его потенциальной токсичности.

В сравнении с данными, полученными в 1990-х гг., зона загрязнения значительно увеличилась, и уже в радиусе 15–18 км от заводов регистрируется превышение содержания фтора в организме мелких млекопитающих. С удалением от центра воздействия происходит возрастание видового разнообразия и общей биомассы животных и снижение концентраций фтора в организме [3].

Таким образом, многолетние наблюдения в зоне воздействия техногенных выбросов алюминиевых предприятий показали, что происходит постепенное накопление вредных веществ во всех компонентах ландшафтов и расширение общей зоны загрязнения с появлением аномально высоких концентраций фтора даже на значительном расстоянии от заводов.

### **Литература.**

1. Знаменская Т. И., Давыдова Н. Д. Геоэкологические проблемы Сибири, связанные с развитием цветной металлургии // География и природ. ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 41–48.
2. Давыдова Н. Д., Знаменская Т. И., Лопаткин Д. А. Ландшафтно-геохимический подход в решении проблем загрязнения природной среды // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 3. – С. 449–458.
3. Преловский В. А. Современные проблемы сохранения степных экосистем Южной Сибири // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2016. – № 2 (12). – С. 41–45.

## PM И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЛНЫ КАК ПРИЧИНЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ

Б. А. Ревич

Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва

E-mail: [brevich@yandex.ru](mailto:brevich@yandex.ru)

Основным индикатором качества атмосферного воздуха ВОЗ признано содержание мелкодисперсных взвешенных частиц (particulate matter – PM) размером 10 и 2,5 мкм. Токсикологические исследования подтверждают большую опасность здоровью PM<sub>2.5</sub> по сравнению с PM<sub>10</sub>. Анализ базы данных ВОЗ о содержании PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе более 2 тыс. городов, опубликованный в 2016 г., позволил установить их связь с численностью населения, транспортной нагрузкой, отдаленностью от аридных и субаридных территорий. Обосновывается необходимость корректировки данных ВОЗ о численности дополнительной смертности, связанной с воздействием PM в атмосферном воздухе городов России, мониторинг содержания PM проводится только в Москве, Санкт-Петербурге, Сочи и Красноярске, поэтому для определения значений дополнительной смертности при воздействии этих веществ использованы результаты определения общей пыли на станциях мониторинга Росгидромета с применением поправочного коэффициента. Установлено, что для городского населения страны загрязнение атмосферного воздуха только PM приводит примерно к 80–85 тыс. случаев дополнительной смерти в год, что составляет 4 % от общего числа летальных исходов. Наиболее высоки риски здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в городах Сибири и Дальнего Востока, где продолжается использование твердого топлива. Содержание PM в атмосферном воздухе возрастало во время температурных волн жары, что было установлено в Москве во время аномальной жары 2010 г. Увеличение среднесуточных концентраций PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе этого города на 10 мкг/м<sup>3</sup> при среднесуточной температуре воздуха 18 °С приводит к увеличению смертности от всех причин (кроме внешних) на 0,47 %; при 22 °С – на 0,76 % и при 30 °С – на 1,34 %. Для определения порогов жары в городах (Москве, Архангельске, Ростове-на-Дону, Красноярске, Якутске и других), расположенных в различных климатических зонах, проведены исследования с использованием обобщенной линейной регрессионной модели Пуассона, учитывающие не только значения температур, но также сезонные изменения смертности; суточный перепад температур, влажность воздуха, скорость ветра и др. показатели. Прирост дополнительной смертности при увеличении температуры воздуха на каждый 1 °С в европейских городах с умеренным климатом составляет 1,1–3,7 %, в городах с субтропическим муссонным климатом – 2,8–3,0 %. Волны жары приводят к более значительному числу дополнительных случаев смерти от всех причин, особенно в городах с умеренно континентальным климатом по сравнению с городами в других климатических зонах. Предложено использовать 97,5–98 % процентиль среднесуточных температур как индикатор опасности волн жары здоровью населения городов. С целью минимизации рисков здоровью населения Москвы разработана шкала опасности загрязнения атмосферного воздуха PM<sub>10</sub> и высоких температур, вошедшая в план действий во время жары и высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха, утвержденный правительством города.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-18-10324).*

## ЭМИССИЯ МЕТАНА ИЗ СЕВЕРНЫХ ОЗЕР И ВОДОХРАНИЛИЩ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

И. А. Репина<sup>1</sup>, А. Ю. Артамонов<sup>1</sup>, М. Г. Гречушникова<sup>2</sup>, В. С. Казанцев<sup>1</sup>,  
В. М. Степаненко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, г. Москва;

<sup>2</sup>Институт водных проблем РАН, г. Москва;

<sup>3</sup>Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ

E-mail: [repina@ifaran.ru](mailto:repina@ifaran.ru)

Климатические изменения, происходящие в северных регионах в последнее десятилетие, относятся к числу наиболее заметных на планете. Особый интерес в связи с глобальным потеплением климата представляют оценки вклада наземных пресноводных экосистем в региональный баланс атмосферного метана и углекислого газа. На содержание растворенных газов в воде влияют как естественные факторы, в первую очередь климатические и гидрологические условия, контролирующие сезонную и суточную динамику физико-химических и биохимических процессов, так и антропогенное воздействие, накладывающееся на природные факторы и процессы. Но практически не исследованными в качестве источников парниковых газов остаются многочисленные озера севера Евразии (в то время как по модельным оценкам они являются мощными источниками метана), интенсивность которых будет существенно увеличиваться при дальнейшем потеплении климата. Также недостаточно полно оценена роль искусственных водных резервуаров как источника парниковых газов. Содержание метана в водохранилищах зависит от соотношения, с одной стороны, его потока из донных отложений, непосредственного образования в воде, поступления с поверхности водосбора, в том числе с притоками и в составе промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, с другой стороны – окисления метана в воде и его эмиссии в атмосферу. Также возможен дополнительный сток метана и углекислого газа в атмосферу через турбины ГЭС и плотины.

В докладе представлены результаты исследований, проводимых коллективом авторов на озерах Севера России, а также на Горьковском и Можайском водохранилище. В качестве примера рассмотрено озеро эстуарного типа Большой Виллой на Камчатке. Измерения потоков метана проводились в летний период 2015 г. По данным гидрологических измерений обнаружено, что придонный слой озера насыщен растворенным метаном. В ночное время регулярно наблюдалось увеличение концентраций метана и в воздухе, что связано с его эмиссией из озера. Увеличение значений потоков метана ночью совпадали с конвективными периодами в озере. Озерная конвекция может увеличить скорость переноса и, следовательно, усилить диффузионный поток. Аналогичные исследования проводились на озерах североевропейской части России. В части озер также были зафиксированы большие концентрации метана в придонном слое. Интенсивность выделения метана из озер в атмосферу существенно зависит от запаса органического вещества на их дне – эмиссия метана более интенсивна из озер, донные отложения которых насыщены органикой. Анализ содержания растворенных газов в водохранилищах также дает возможность считать их региональным источником метана.

*Исследование эмиссии метана из озерных экосистем выполнено при поддержке гранта РНФ 17-17-01210, исследование водохранилищ проводится при поддержке гранта РФФИ-РГО 17-05-41095.*

# ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ ЗАСУХИ ЗОНЫ КОНТАКТА ЛЕСА И СТЕПИ ПРИСЕЛЕНГИНСКОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ НА ФОТОСИНТЕЗ ЯБЛОНИ СИБИРСКОЙ

А. В. Рудиковский, Е. Г. Рудиковская, Л. В. Дударева

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [prod@sifibr.irk.ru](mailto:prod@sifibr.irk.ru)

Засуха – это один из самых значимых абиотических стрессоров, ограничивающих рост и продуктивность растений во всем мире. Полуаридные и аридные экосистемы являются наиболее чувствительными к глобальному изменению климата. Из-за значительного недостатка воды в таких системах уровень осадков является наиболее существенным фактором, ограничивающим уровень фотосинтеза, рост и накопление питательных веществ растениями. Но растения, наряду с зависимостью от влажности почвы, также чувствительны к дефициту влажности воздуха (характерного для аридных зон). Даже в условиях достаточного количества воды в почве, влияние атмосферной засухи усиливается с повышением температуры.

Нами было изучено влияние весенне-летней атмосферной засухи на процессы фотосинтеза в листьях яблони сибирской, растущей в зонах контакта лес–степь на почве достаточно обеспеченной влагой. Увеличение дефицита паров воды в воздухе (VPD) в результате повышения дневных температур и усиления скорости ветра на опытном участке, приводят к обострению стрессового состояния у растений. Длительный стресс приводит к адаптации фотосинтетического аппарата, что позволяет растению смягчить влияние неблагоприятных условий. В процессе этой адаптации происходило снижение содержания суммы хлорофиллов при неизменном соотношении хлорофилл/каротиноиды. В условиях высокой освещенности и вынужденного закрытия устьиц листьям достаточно меньшего количества хлорофилла для обеспечения нормальных фотосинтетических процессов. Основным положительным следствием снижения содержания хлорофиллов является уменьшение образования активных форм кислорода, оказывающих повреждающее действие на функционирование растительных клеток. Параллельно растение обеспечивало понижающую регуляцию фотосинтеза, не сопровождающуюся фотоингибированием, так как изменения происходят на фоне высоких значений максимальной потенциальной квантовой эффективности фотосинтеза ( $F_v/F_m$ ). Этот механизм действует как универсальный фотозащитный механизм для высших растений. Работа фотосистемы 2 у яблонь, растущих в условиях контакта леса и сухой степи, характеризуется уменьшением доли поглощенной световой энергии, идущей на фотохимическую работу  $Y(II)$ , и увеличением доли квантового выхода нефотосинтетического теплового тушения флуоресценции  $Y(NPQ)$ . В особо жаркие дни, при сочетании высокой температуры и низкой влажности воздуха, отмечалось снижение показателей потенциально максимального фотохимического квантового выхода фотосистемы 2 ( $F_v/F_m$ ) и эффективности фотосинтеза ( $P_{ABS}$ ) ФС-2 в полдень.

Все эти процессы происходят на фоне снижения потерь воды листьями в результате уменьшения более чем в два раза проводимости устьиц и транспирации. В итоге воздушная засуха приводила к снижению более чем на 27 % уровня ассимиляции углекислого газа листьями яблони. При этом коэффициент использования воды в процессе фотосинтеза увеличивался, что, с нашей точки зрения, является отражением процессов адаптации яблони сибирской к неблагоприятным условиям. Эти результаты помогают лучше понимать процессы, протекающие в растениях, выращиваемых в условиях атмосферной засухи, в т. ч. при ирригации.

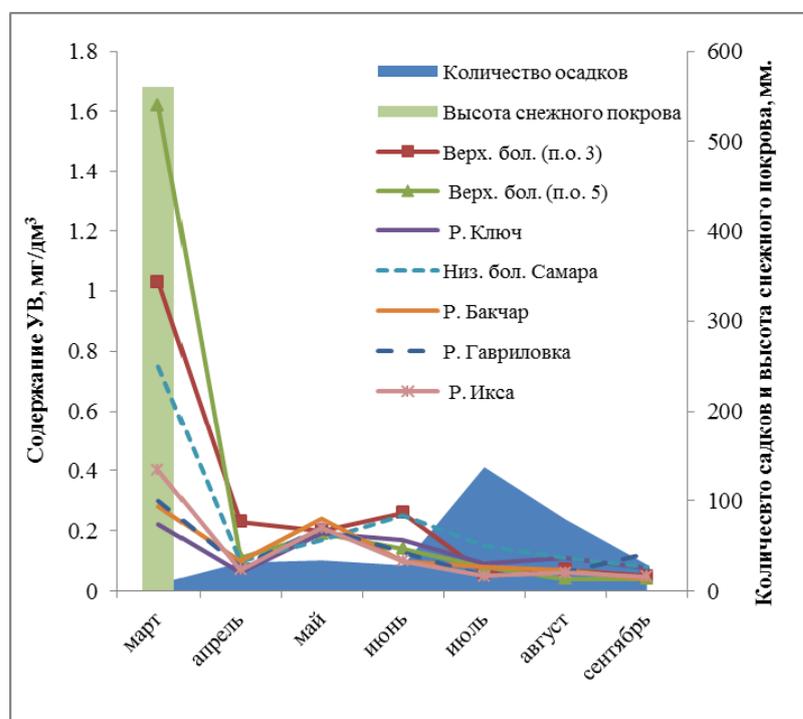
# МОНИТОРИНГ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОДОЕМАХ БАКЧАРСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

И. В. Русских, Е. Б. Стрельникова, Е. А. Ельчанинова

Институт химии нефти СО РАН, г. Томск  
E-mail: [rus@ipc.tsc.ru](mailto:rus@ipc.tsc.ru)

Исследования химического состава вод природных объектов, удаленных от источников антропогенного воздействия, имеют большое значение для определения генезиса органического вещества водоемов и уровня регионального фоновое загрязнения.

В работе с помощью ИК-спектрометрического анализа проведен мониторинг суммарного содержания углеводов природного и техногенного происхождения в воде рек и болот Бакчарского района Томской области. Выбранная территория удалена от источников антропогенного воздействия, что позволяет характеризовать полученные результаты как фоновые. Отбор вод проводили в третью декаду каждого месяца в период с марта по сентябрь 2016 г.



Содержание углеводов (УВ), количество осадков, высота снежного покрова в водах Бакчарского района в период с марта по сентябрь 2016 года.

Суммарная концентрация углеводов в исследованных водах в основном меньше ПДК углеводов для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ). Превышение ПДК наблюдается в некоторых пробах вод, отобранных в марте: верхнее болото в пунктах отбора 3 и 5, низинное болото Самара, р. Икса. В апреле содержание углеводов резко падает, что связано со снеготаянием. Увеличение концентраций в мае–июне обусловлено как малым количеством дождевых осадков, так и ростом биомассы.

Спад содержания углеводов наблюдается в июле–сентябре, что можно объяснить разбавлением, вызванным обильными осадками.

Поскольку содержание углеводов во всех водоемах в апреле–сентябре лежит в интервале, не превышающем ПДК ( $0,04\text{--}0,26 \text{ мг/дм}^3$ ), можно сделать вывод, что исследованная территория практически не испытывает антропогенной нагрузки. Это позволяет характеризовать полученные значения как фоновые при определении регионального уровня загрязнения, а также использовать водные объекты данной территории в качестве модельных образцов для исследования состава и происхождения природного органического вещества.

## СОВРЕМЕННЫЕ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Ю. В. Рыжов

Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск;  
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [ryzhovyurij@yandex.ru](mailto:ryzhovyurij@yandex.ru)

Эрозионно-русовая система является саморегулируемой, осуществляет образование, перемещение (транзит) и аккумуляцию наносов в результате действия эрозионно-аккумулятивных процессов. Основными составляющими баланса эрозионно-аккумулятивных процессов являются бассейновая (смыв почв, овражная эрозия, другие экзогенные процессы) и русловая (флювиальные и том числе процессы размыва берегов рек). Интенсивное хозяйственное освоение лесостепных и степных ландшафтов юга Восточной Сибири привело к увеличению темпов эрозионно-аккумулятивных процессов и стока взвешенных наносов в водосборных бассейнах малых рек.

Основные последствия ускоренной эрозии и аккумуляции на водосборных бассейнах малых рек следующие: рост площадей эродированных земель; увеличение густоты и плотности овражной сети; заполнение днищ долин продуктами эрозии, заиливание русел, деградация и сокращение протяженности речной сети; прохождение грязевых и грязекаменных селей; увеличение расходов воды и наносов при весеннем снеготаянии и летних паводках; образование перекатов на реках.

Объем потенциального смыва с пахотных угодий в краях, республиках и областях юга Восточной Сибири оценивается в 73,3 млн т/год [1]. Ежегодный вынос отложений из оврагов составляет 27,3 млн т [2], суммарный сток взвешенных наносов рек примерно с такой же площади оценивается в 21,0 млн т/год [3]. В лесостепных и степных ландшафтах южных районов Восточной Сибири отмечаются процессы опустынивания.

Для юга Восточной Сибири характерно освоение преимущественно нижних частей склонов долин рек, котловин, плато, надпойменных террас, что благоприятствует поступлению продуктов смыва и размыва в долины рек и приводит к локальной аккумуляции отложений в руслах и на поймах временных и постоянных водотоков, трансформации речной сети.

Эрозия почв, овражная эрозия приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, уменьшению мощности гумусовых горизонтов и снижению запасов питательных элементов в почве, сокращению площадей пашни. Поэтому необходима государственная политика в области охраны почв и программа противоэрозионных мероприятий. Программа должна включать комплекс агротехнических и лесомелиоративных действий по защите почв от эрозии и дефляции, повышению плодородия почв.

### **Литература.**

1. Литвин Л. Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 255 с.
2. Рыжов Ю. В. Формирование оврагов на юге Восточной Сибири. – Новосибирск: Акад. изд-во "Гео", 2015. – 180 с.
3. Дедков А. П., Мозжерин В. И. Эрозия и сток наносов на Земле. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1984. – 264 с.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТКРЫТЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ С АВТОНОМНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ГОРНОТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ

М. В. Рыльникова, В. С. Федотенко

Институт комплексного освоения недр РАН, г. Москва  
E-mail.ru: [rylnikova@mail.ru](mailto:rylnikova@mail.ru)

Автоматизация горного производства представляется наиболее перспективным направлением совершенствования геотехнологий, компенсирующих проявление негативных тенденций современного состояния минерально-сырьевого комплекса России. Проектирование и внедрение горнотехнических систем с интеллектуальным и адаптивным к изменяющимся условиям горного предприятия режимом управления позволит исключить риски возникновения аварийных ситуаций по вине человеческого фактора, качественно изменить параметры горнотехнических конструкций и в целом горнотехнических систем, уменьшить выбросы от стационарных и передвижных источников загрязнения окружающей среды в ходе ведения горных работ [1, 2].

Основой роботизированной горнотехнической системы является объединение информационных потоков геомеханических, технологических и вспомогательных процессов добычи полезных ископаемых в единую автоматическую систему обеспечения эффективного, экологически и промышленно безопасного выполнения горных работ в особо сложных условиях за счет исключения производственного персонала из опасных рабочих зон ведения горных работ.

Для оценки эффективности внедрения роботизированных горнотехнических систем определены возможности изменения конструктивных параметров элементов горнотехнических систем: ширины рабочих площадок, транспортных берм, высоты и угла откоса уступов и борта карьера в целом. При этом обоснованы условия оптимизации параметров систем разработки с учетом возможного сокращения ширины рабочих площадок, изменения ширины и уклона транспортных берм при использовании интеллектуального горнотранспортного оборудования с автономным управлением при условии автоматического контроля рабочих зон, состояния подработанного горного массива с обеспечением вывода в автоматическом режиме роботизированного бурового, выемочно-погрузочного и транспортного оборудования в случае критического развития деформационных процессов [3].

Определена величина углубления карьера при переходе на высокие уступы с применением автономного горнотранспортного оборудования при доработке балансовых запасов. Эта величина интегрально учитывает максимальную эффективность ведения добычных работ при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах. При этом в расчетах учтены потери и разубоживание руды за контуром карьера, а также экономические риски, зависящие от сформированного результирующего угла откоса борта [4].

Предложен механизм выбора предпочтительного варианта открытой разработки наклонных и крутопадающих угольных месторождений высокими уступами с учетом влияния горно-геологических, производственно-технических, экономических и экологических факторов, что будет способствовать росту полноты освоения запасов месторождения при одновременном повышении безопасности и эффективности открытых работ и снижении экологической нагрузки на окружающую природную среду.

Очевидно, что для предотвращения негативных тенденций развития минерально-сырьевой базы страны необходим поиск новых путей реализации интеллектуальных геотехнологий и совершенствование технической, информационной и нормативной базы проектирования и программных средств управления комплексным освоением участка недр. Экономическое обоснование этих решений осуществляется на принципах экологической сбалансированной геотехнологий при соблюдении баланса народнохозяй-

ственных интересов собственника недр с коммерческими интересами недропользователя и социальными интересами населения, как правило, промышленно развитых регионов страны.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-3-00050.*

#### **Литература.**

1. Трубецкой К. Н., Краснянский Г. Л., Хронин В. В., Коваленко В. С. Проектирование карьеров: учебник. 3-е изд., перераб. — М.: Высш. шк., 2009. — 694 с.
2. Трубецкой К. Н. Справочник. Открытые горные работы. — Москва, 1994.
3. Трубецкой К. Н., Владимиров Д. Я., Пыталев И. А., Попова Т. М. Роботизированные горнотехнические системы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых // Горный журнал. — 2016. — № 5. — С. 21–27.
4. Ковалев В. А., Федотенко В. С. Технологические аспекты перехода разрезов Кузбасса на ведение вскрышных работ высокими уступами // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 2015. — № 5. — С. 5–14.

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

М. Ф. Савченков, Л. А. Степаненко

Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск

E-mail: [mfs36@mail.ru](mailto:mfs36@mail.ru)

В качестве экологических факторов рассмотрены некоторые жизненно важные микроэлементы питьевой воды (фтор, йод, железо, общая минерализация питьевой воды). Известно, что 60–90 % фторидов поступает в организм человека с питьевой водой и легко усваивается в кишечнике. Низкая концентрация фторидов (до 0,3 мг/дм<sup>3</sup>) вызывает пораженность зубов кариесом. В поверхностных водах содержание фтора установлено в жестких пределах – от 0,7 до 1,5 мг/дм<sup>3</sup>, так как в случае недостатка фтора развивается кариес, а избытка – флюороз и остеопороз. При концентрации фтора в воде 1,5–2,0 мг/дм<sup>3</sup> и выше этого уровня, до 30–40 % населения поражаются флюорозом зубов, при 2,0–6,0 мг/дм<sup>3</sup> пораженность достигает 30–90 %, а при 6,0–15,0 мг/дм<sup>3</sup> – 90–100 % с преобладанием тяжелых форм. При этом поражение зубов – это только лишь внешняя видимая часть «айсберга», называемого флюорозом. Это системное поражение организма с вовлечением костной и соединительной ткани. По данным сотрудников Иркутского научного центра и медицинского университета в поверхностных водах Прибайкалья фтор распространен повсеместно, хотя его величина значительно ниже ПДК. Так, в водах оз. Байкал содержание фтора не превышает 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Ангара и Иркут содержат 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, Селенга – до 0,6 мг/дм<sup>3</sup> фтора. В южных районах Прибайкалья и Забайкалья средняя концентрация фтора в природных водах составляет 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Важнейший микроэлемент – йод. Эндемический зоб на сегодня не только не утратил своего значения, наоборот, впечатляет его территориальная экспансия и огромная популяция людей с высоким риском этого заболевания. Наряду с этим остается актуальной проблема железодефицита. Например, у 26 % жителей Иркутска, считающих себя практически здоровыми, выявлен дефицит железа. У женщин распространенность железодефицитных состояний регистрировалась в 4,2 раза чаще, чем у мужчин. Из причин, вызывающих такие состояния, называют хронические кровопотери (70 %), ограничения содержания мяса в пищевом рационе (15 %), повышенный расход железа в периоды роста, беременности, лактации, резорбционную недостаточность.

Вместе с тем нельзя не учитывать, что помимо направленного действия возможно и более широкое, системное воздействие на организм. К ним можно отнести влияние загрязняющих веществ техногенного происхождения на иммунную систему человека, особенно растущий детский организм. Так, у детей в городах с наиболее высоким уровнем техногенного загрязнения (Ангарск и «грязные» районы Иркутска) было выявлено повышение уровня молодых (незрелых) форм нейтрофильных лейкоцитов, а также тенденция к эозинофилии, снижение уровня клеток с рецепторами CD3, CD4, CD8, CD20, CD16, CD95, снижение функциональной активности фагоцитирующих нейтрофилов, что указывает на угнетение как Т-, так и В-клеточных звеньев иммунитета, неспецифических механизмов защиты на фоне сенсibilизации организма. Полученные материалы позволили предположить, что высокий уровень техногенного загрязнения может способствовать формированию неполноценного иммунного ответа на различные антигены. Так, было показано, что на фоне угнетения иммунной системы детского организма, в условиях техногенного прессинга отмечается снижение напряженности и продолжительности поствакцинального иммунитета к управляемым инфекциям, что может способствовать интенсификации инфекционной заболеваемости.

#### **Литература.**

1. Балабина Н. М. Факторы риска развития и неблагоприятного прогноза железодефицитных состояний: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Иркутск, 2005. – 46 с.
2. Гребенщикова В. И. и др. Геохимия окружающей среды. – Новосибирск: Наука, 2008. – 232 с.
3. Степаненко Л. А. Состояние коллективного иммунитета к кори и полиомиелиту у детей, проживающих в районах с разным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды: Дис. ... канд. мед. наук. – Иркутск, 2006. – 166 с.

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВ ПРИОЛЬХОНЬЯ

Е. А. Самойлова

Институт географии им В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [Kattirka@mail.ru](mailto:Kattirka@mail.ru)

Тажеранская степь Приольхонья располагается на западном побережье оз. Байкал. Вытянута от р. Анги на юге, до пролива Ольхонские Ворота на севере. Минеральные озера расположены цепью в северо-восточном направлении, вокруг них формируются засоленные почвы – солончаки [1].

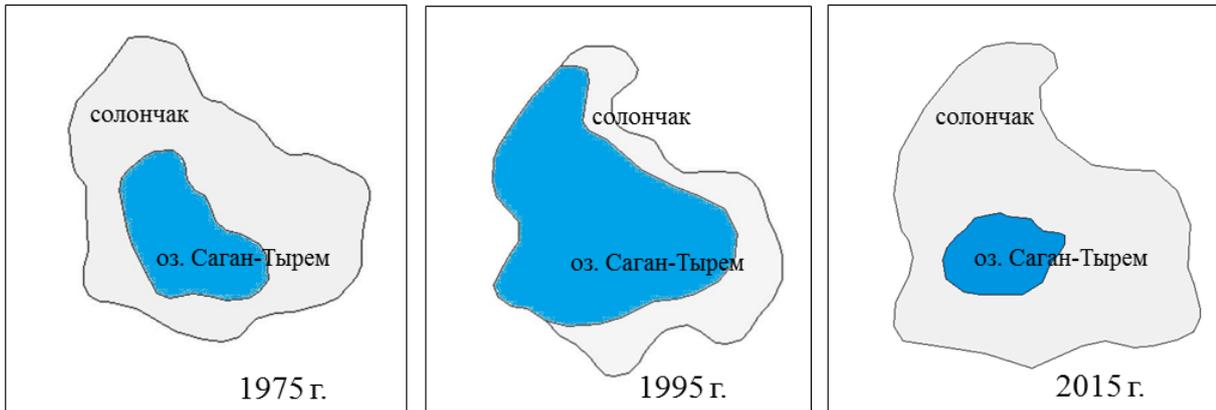
Целью работы было выявление особенностей распространения засоленных почв в Тажеранской степи и проведение анализа их динамики.

Широкое развитие засоленных почв в Тажеранских степях связано с рядом причин, из которых на первое место должны быть поставлены особенности геоморфологии и явления, связанные с вечной мерзлотой [2]. На химизм засоления оказывают влияние почвообразующие породы, которые имеют в своем составе карбонаты кальция и магния, соли гипса. Таким образом, химизм и степень засоления зависит от подстилающих отложений и химизма воды озер.

С использованием стандартных средств ГИС MapInfoProfessional и разных интерпретаций комбинаций каналов данных Landsat, был проанализирован космический снимок в пределах исследуемой территории за период с 1975 по 2015 г. Оцифрованы контура минеральных озер и засоленных почв вокруг них. Всего выделено 26 озер об-

щей площадью 2,03 км<sup>2</sup>. Сумма площадей солончаков равна 1,03 км<sup>2</sup>, что составляет 0,28 % от всей площади Тажеранской степи.

Прослеживая изменения площади солончака вокруг оз. Саган-Тырем, отмечается прямая зависимость между конфигурациями озера и площадью солончака. В 1975 г. площадь озера была наименьшей 0,05 км<sup>2</sup>, и, соответственно, площадь засоленных почв вокруг озера увеличилась, составляла 0,17 км<sup>2</sup>. В период с 1995 по 2002 г. наоборот, площадь озера выросла до 0,16 км<sup>2</sup> и затопила часть солончака вокруг. В настоящее время наблюдается цикличность, площадь озера снова уменьшается, тем самым увеличивая площадь солончака около него до 0,15 км<sup>2</sup> (рис.).



Масштаб: 1:10 000

#### Изменение конфигурации оз. Саган-Тырем и контуров засоленных почв.

На исследуемой территории засоленные почвы имеют ограниченное распространение. Площадь солончаков варьирует с течением времени, имея циклический характер. Общая площадь засоленных почв – солончаков в 1975 г. была 1,31 км<sup>2</sup>, в 1995 – 0,84 км<sup>2</sup>, в последние годы снова увеличилась до 1,03 км<sup>2</sup>. Дальнейшее наблюдение за динамикой засоленных почв позволит сделать прогнозирование их распространения.

#### Литература.

1. Дзюба А. А., Тулохонов А. К., Абидуева Т. И., Гребнева П. И. Распространение и химизм соленых озер Прибайкалья и Забайкалья // География и природ. ресурсы. – 1997. – № 4. – С. 65–71.
2. Складорова О. А. Геохимия и генезис озер Приольхонья: Западное Прибайкалье: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Иркутск, 2004. – 121 с.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ ТОКСИКАНТАМИ

Л. Х. Сангаджиева, О. С. Сангаджиева, Ц. Д. Даваева, А. А. Булуктаев

Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, г. Элиста  
E-mail: [chalga\\_ls@mail.ru](mailto:chalga_ls@mail.ru)

Наиболее остро стоит проблема с изучением пустынных ландшафтов страны. В настоящее время получила распространение точка зрения, что в результате длительного интенсивного техногенного воздействия изменяется химический состав почв за счет повышения доли тяжелых металлов [1, 2]. Необходимо провести ранжирование территории, по обобщенным показателям выделив однородные совокупности (районы, типы, поля, классы и др.), охарактеризованные всем набором ингредиентов и связей между ними.

Целью данной работы было изучение нефтяного загрязнения природной среды на территориях участков буровых нефтяных месторождений, расположенного на юго-востоке Республики Калмыкия. В регионе встречаются почвы песчаного и супесчаного гранулометрического состава, сформировавшиеся на древнеаллювиальных отложениях, так и тяжелосуглинистого и глинистого состава, развитые на материнских породах тяжелого гранулометрического состава. В разрезах, сделанных на территориях буровых площадок, особенно сильно сильнозасолен верхний горизонт, затем засоление уменьшается; тип засоления сульфатный по всей глубине. Нефть образует на поверхности почвенных частиц и агрегатов гидрофобные пленки, затрудняющие их контакт с водными растворами, это обуславливает уменьшение емкости поглощения почв, суммы обменных катионов. Содержание нефтепродуктов находится в пределах 0,02–1,14 %, больше на глубине 0–30 см. Пределы валового содержания 10 тяжелых металлов (ТМ) в фоновых и загрязненных почвах месторождений нефти следующие: Zn 9–20; Cu 6,1–7,9; Cd 0,05–0,34; Pb 4,4–5,4; Mn 144–206; Co 5,0–6,3; Ni 18,6–21,4; Cr 12,8–20,6; As 2,37–3,49; Hg 0,006–0,013 мг/кг. Широкий диапазон валовых форм ТМ и As внутри почвенного подтипа обусловлен варьированием рН, гранулометрического состава, количества гумуса и карбонатов, состава почвообразующих пород. Наибольшая варибельность у Cd, средняя – у Zn, Cu, Cr, меньшая – у Pb, Mn, Co, Ni, As; отличается постоянством Hg. При сравнении среднего значения с фоном определено: выше фона Cd, Co, Hg, равны фону – Ni, As, ниже фона Zn, Cu, Pb, Mn, Cr. На фоновой территории выше остальных элементов содержание Cr, Zn, Cu; на загрязненной территории у поверхности Zn больше, чем Cr. Установлено, что закономерности распределения ТМ в бурых полупустынных почвах юго-востока РК обусловлены характером деятельности промышленных предприятий и природно-экологическими условиями. В изучаемых почвах реакция среды нейтральная и слабощелочная (рН 7,1–8,3). В этих условиях подвижность Pb, Cr, Cd, Co, Cu, Ni и Hg понижается, а As, Zn повышается в силу их амфотерности. Загрязнение почвы нефтью сопровождается сильным негативным воздействием на растения, из-за изменения ее физико-химических свойств, главным образом, из-за увеличения гидрофобности и заполнения нефтью почвенных капилляров и прямого токсического действия углеводородов нефти (фитотоксичности).

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00916.*

### **Литература.**

1. Сангаджиева Л. Х., Сопрунова О. Б., Сангаджиева О. С. Оценка геохимической трансформации почв нефтегазовых месторождений юга Калмыкии // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2003. – № 2. – С. 41–42.
2. Даваева Ц. Д., Сангаджиева Л. Х., Булуктаев А. А., Бадмаева З. Б. Биоиндикация и мониторинг состояния нефтезагрязненных территорий Прикаспийской низменности // Монография. – Элиста: ЗАОр «НПП Джангар», 2014. – 152 с.

# ПРЕДПОСЫЛКИ И БАРЬЕРЫ СНИЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Б. Г. Санеев, И. Ю. Иванова, Т. Ф. Тугузова, А. К. Ижбулдин

Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск;  
Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [saneev@isem.irk.ru](mailto:saneev@isem.irk.ru)

Электроснабжение потребителей на большей части центральной экологической зоны осуществляется централизованно от электростанций иркутской и бурятской энергосистем. Исключением являются небольшие локальные участки, где электроэнергией потребители обеспечиваются от автономных энергоисточников. Наибольшее антропогенное воздействие от энергетики на прибрежные территории оз. Байкал оказывают многочисленные теплоисточники, более 90 % мощности которых используют в качестве топлива уголь [1].

В числе направлений снижения антропогенного воздействия объектов энергетики на природную среду центральной экологической зоны потенциально рассматривались: оснащение крупных угольных теплоисточников современным очистным оборудованием; переход на сжигание в котельных альтернативных видов древесного топлива и природного газа; использование электроэнергии на цели теплоснабжения; применение систем солнечного теплоснабжения, геотермальных станций и тепловых насосов; в районах децентрализованного электроснабжения применение ветро- и фотоэлектрических станций, малых и микро-ГЭС.

Все потенциальные направления природоохранных мероприятий отличаются как технологически, так и территориально в зависимости от имеющихся технических возможностей, наличия различных видов энергоресурсов и сроков реализации. Для каждого из направлений определены районы рационального применения в зависимости от мощностного ряда энергоисточников, загруженности линий электропередачи, возможного прохождения трасс магистрального газопровода, обеспеченности отходами лесопиления и деревообработки, возобновляемыми природными энергоресурсами. Оценены объемы возможно достижимого снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при их реализации.

Выполненные оценки конкурентных значений цен на природный газ и тарифов на электроэнергию для экономически обоснованного перевода котельных на альтернативные энергоносители позволили выявить барьеры реализации рассмотренных направлений природоохранных мероприятий, основными из которых являются значительные инвестиционные затраты, высокие тарифы на электроэнергию и цены на экологически чистые виды топлива [2].

В связи с этим необходимым условием снижения антропогенного воздействия энергетики в центральной экологической зоне Байкальской природной территории является принятие льготных условий перехода на экологически чистые энергетические технологии, основным критерием которых должен выступать экологический эффект от их внедрения.

## Литература.

1. Санеев Б. Г., Иванова И. Ю., Майсюк Е. П., Тугузова Т. Ф., Иванов Р. А. Энергетическая инфраструктура центральной экологической зоны: воздействие на природную среду и пути его снижения // География и природ. ресурсы. – 2016. – № S5. – С. 218–224.
2. Санеев Б. Г., Иванова И. Ю., Майсюк Е. П., Ижбулдин А. К., Тугузова Т. Ф. Перевод котельных центральной экологической зоны Байкальской природной территории на газ: предпосылки, эффекты, барьеры // География и природ. ресурсы. – 2016. – № S6. – С. 27–31.

# ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Э. Д. Санжеев

Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ  
E-mail: [esan@binm.ru](mailto:esan@binm.ru)

Одной из важнейших проблем в развитии рекреационного природопользования на приграничных территориях, требующих принятия превентивных мер, является негативное воздействие данного вида природопользования на рекреационные комплексы приграничных территорий. В нашей работе рассматриваются Республика Бурятия, Забайкальский край и Амурская область.

По нашим расчетам, в общей структуре валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по Республике Бурятия доля учреждений рекреации в анализируемом периоде не превышает 0,15–0,21 %, что несущественно для данной территории [1]. В других регионах количество средств размещения меньше, и объемы выбросов будут составлять соответственно небольшую величину.

Усиление рекреационной нагрузки на водные объекты приграничных территорий обусловлено изменением социально-экономических условий. Государственными органами отмечается неудовлетворительное состояние водных объектов, используемых для рекреации. Также проблема утилизации мусора является основной в популярных для туристов местах отдыха.

Использование рекреационных ресурсов Республики Бурятия в настоящее время пока не характеризуется серьезным антропогенным влиянием. Однако следует учесть, что значительно выросла нагрузка на некоторые реки и озера. Отметим увеличение рекреационных нагрузок на побережье озер Байкал, Щучье, Торма, рек Селенга и Уда в черте г. Улан-Удэ и пригородов, которые активно используются населением для отдыха.

В Амурской области воздействие рекреационного природопользования на природные комплексы в основном носит точечный и очаговый характер. Важнейшей проблемой является концентрация большого количества отдыхающих на сравнительно небольших территориях, в т. ч. вблизи водоемов. По Забайкальскому краю в работах Н. В. Помазковой, С. В. Лазаревской отмечается увеличение рекреационных нагрузок на Ивано-Арахлейские озера и оз. Арей.

Серьезной проблемой становится воздействие рекреации на природные комплексы особо охраняемых природных территорий приграничных территорий. Особенно остро данная проблема стоит на территории заказников и памятников природы в силу режима охраны. Также одной из важнейших проблем в рекреационном природопользовании остаются лесные и луговые пожары.

Таким образом, проведенный анализ современного состояния использования рекреационных ресурсов приграничных территорий позволяет представить довольно полную картину современного воздействия рекреационного природопользования на природные комплексы.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-07870.*

## **Литература.**

1. Санжеев Э. Д. Оценка влияния рекреационного природопользования на природные комплексы побережья оз. Байкал (на примере Республики Бурятия) // Специфика территориальных и природных условий в социально-экономическом развитии страны: The 3rd International Conference Proceedings. – Улан-Батор: Изд-во «Соёмбо принтинг», 2017. – С. 354–359.

## ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫМ РИСКОМ

В. Б. Свалова

Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН, г. Москва

E-mail: [inter@geoenv.ru](mailto:inter@geoenv.ru)

Разработана методология оценки и картографирования оползневой опасности на урбанизированных территориях, служащая важным шагом к решению проблемы управления риском. На базе предварительных экспертных оценок для города Москвы областями высокого оползневой опасности являются области вдоль русел рек Москвы и Яузы, а также вдоль палеорусел рек в центре города с высокой оползневой опасностью и высоким потенциальным ущербом. Эти области могут рассматриваться как «горячие пятна» на карте риска.

Геологический риск – сравнительно новое и не до конца исследованное понятие. Существует много определений геологического риска. Одним из наиболее распространенных определений является: риск есть математическое ожидание ущерба. Или риск равен произведению вероятности возможного опасного события на произведенный ущерб:

$$R = P \times D,$$

где  $R$  – риск,  $P$  – вероятность,  $D$  – ущерб.

Для автоматизированного анализа фактического материала и построения карт риска необходимо найти пересечение карты оползневой опасности и интегральной карты (объединения карт) возможного ущерба, т. е. для каждого  $i$  – того фрагмента карты риска  $R_i$  найти произведение вероятности оползневой опасности  $P_i$  на сумму различных  $j$  – тех возможных ущербов от оползней:

$$R_i = P_i \cdot \sum_j D_{ij}$$

Карты оползневой опасности при этом необходимо градуировать от 0 до 1, чтобы по возможности отразить вероятность оползневой опасности. Так, градация, например, возможна по пятибалльной шкале (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1), где 0 соответствует отсутствию оползневой опасности, 0,25 – низкой, 0,5 – средней, 0,75 – высокой и 1 – очень высокой вероятности оползневой опасности. Такая оценка носит экспертный характер. Для комплексной оценки ущерба на каждом участке предлагается градуировать возможный ущерб от каждого параметра по трехбалльной системе (0, 1, 2), где 0 означает отсутствие ущерба, 1 – умеренный, 2 – высокий ущерб. Параметрами здесь могут рассматриваться, например, 1) стоимость земли, 2) стоимость жилья, 3) плотность застройки, 4) плотность населения, 5) плотность дорог и коммуникаций. Чем выше значение параметра (стоимость земли, жилья и т. д.), тем выше ущерб в случае опасного события. Тогда возможный ущерб по 5 параметрам в каждом элементе изменится от 0 до 10.

Риск в каждом элементе также варьируется от 0 до 10. Это риск в относительных единицах (больше–меньше) по 10-балльной шкале. Разбив карту области на квадраты и вычислив риск для каждого квадрата, можно получить карту риска области по 10-балльной шкале.

По предложенной методике расчета риска эти области могут оцениваться в 7-8 баллов. По предварительным оценкам, это области в районе Кремлевского холма и Воробьевых гор. И если в районе Кремля оползневая опасность не так велика, не говоря уже о постоянном мониторинге и укрепляющих мероприятиях, то стоимость инфраструктуры и величина возможного ущерба очень высока. На Воробьевых горах ополз-

невая опасность очень велика. И хотя плотность населения там мала, но возможный ущерб от оползневых процессов может быть очень значителен.

Детальное построение карты оползневой опасности для территории Москвы дает ключ к решению проблемы управления оползневой опасностью, что рассматривается как ряд мер, ведущих к снижению оползневой опасности на территории города, включая мониторинг, противооползневые мероприятия, прогноз, страхование и др.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОСИСТЕМ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

С. А. Седых, И. Н. Биличенко

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [sedykh@li.ru](mailto:sedykh@li.ru), [irinabilnik@mail.ru](mailto:irinabilnik@mail.ru)

Обсуждаются результаты предварительного этапа изучения и картографирования геосистем на модельном полигоне в Западном Прибайкалье, который входит в центральную экологическую зону Байкальской природной территории. Полигон площадью 135 км<sup>2</sup> охватывает юго-восточный обращенный к Байкалу макросклон Приморского хребта от Сарминского гольца (1658 м) до Приольхонского плато до берега Байкала (458 м). Рельеф территории определяет протяженный уступ (Обручевский сброснадвиг) по Приморскому хребту, где представлены горные породы архейского и нижнепротерозойского возраста.

Для проведения тематического картографирования геосистем использовались регионально-типологический [1], геоинформационно-картографический и картосемиотический подходы [2].

Формирование современных ландшафтов территории связано со спецификой климата, рельефа и неотектоники, их влияния на растительность и почвы. Границы полигона выбраны с учетом особенностей ландшафтной структуры, когда геосистемы относятся к шести геомам (геосистем региональной размерности), а также современного антропогенного воздействия. Гольцовые, подгольцовые и горно-таежные ландшафты Приморского хребта представлены широким спектром с разными высотно-поясными, экспозиционными и микроклиматическими ситуациями. Ландшафты Приольхонского плато с подгорными подтаежными сухими лесами, горными степями и лиственничными редколесьями, прибрежные равнины оз. Байкал относятся к экстраобластным типам, являются средой произрастания редких и эндемичных видов растений. Они активно используются для рекреации и испытывают значительную антропогенную нагрузку. Полигон также охватывает уникальное ущелье реки Сармы, субаквальные ландшафты конуса выноса и супераквальные мелководные Хужир-Нугайского залива, которые также активно используются для рекреации. Динамика геосистем на Приольхонском плато связана с антропогенным и пирогенным факторами. На Приморском хребте – с пирогенным.

На основе данных полевых наблюдений, дистанционного зондирования и топослоев составлена ландшафтно-типологическая карта м-ба 1:50000. В итоговом тематическом слое представлено 200 площадных полигонов, визуализирующих 51 тип геосистем ранга фаций.

Базовая карта геосистем в крупном масштабе служит основой для среднемасштабного картографирования центральной части Приморского хребта, изучения динамики геосистем за период в 30–20 лет, создания производных оценочных и прогнозных карт.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-05-00400 «А».*

#### **Литература.**

1. Семенов Ю. М., Суворов Е. Г. Геосистемы и комплексная физическая география // География и природ. ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 11–19.
2. Седых С. А. Использование картосемиотического метода для геоинформационного картографирования горных ландшафтов Прибайкалья // Изв. ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – № 1. – 2017. – С. 57–64.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИВОДНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА И ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВОДЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ

М. Ю. Семенов, И. И. Маринайте, Л. П. Голобокова, О. И. Хуриганова, И. В. Томберг

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [smu@mail.ru](mailto:smu@mail.ru)

Исследован состав полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) воды оз. Байкал и аэрозоля приводного слоя воздуха. Наибольшие концентрации отмечены для наиболее легких ПАУ, таких как фенантрен (Ф), антрацен (А), флуорантен (ФЛ), пирен (П), бенз(а)антрацен (Б(а)А) и хризен (ХР). Проанализировано содержание перечисленных ПАУ в выбросах возможных источников [1, 2], оценены их вклады в загрязнение. Анализ показал индивидуальность источников, невозможность их группировки по виду используемого топлива и условность деления на пирогенные и петрогенные.

Согласно результату анализа данных методом главных компонент, вариабельность состава ПАУ и аэрозоля и байкальской воды на 99 % обусловлена двумя компонентами и, соответственно, тремя источниками [3]. Кластерный анализ показал, что источник богатый фенантrenom, наверняка является для них общим. Вероятно, это нефть и нефтепродукты. Помимо нефти, источниками ПАУ байкальской воды являются мазутные и угольные котлы, а источниками ПАУ аэрозоля – горение древесины и выбросы целлюлозного завода. Различия в источниках между водой и воздухом обусловлены тем, что состав ПАУ воды отражает характер землепользования на всей территории водосборного бассейна в течение всего времени водообмена в озере, в то время как состав ПАУ воздуха отражает краткосрочную метеорологическую ситуацию.

Для установления пространственного расположения источников ПАУ произведено картирование загрязнения ими воды и воздуха. Показано, что максимальные концентрации ПАУ в аэрозоле распространены на значительных площадях, что затрудняет установление соответствия выявленных источников реально существующим. В воде максимумы содержания ПАУ наблюдаются только вблизи их источников.

#### **Литература.**

1. Белых Л. И., Малых Ю. М., Пензина Э. Э., Смагунова А. Н. Источники загрязнения атмосферы полициклическими ароматическими углеводородами в промышленном Прибайкалье // Оптика атмосферы и океана. – 2002. – Т. 15, № 10. – С. 944–948.
2. Хатмуллина Р. М., Сафарова В. И., Сафаров А. М. Эмиссия полициклических ароматических углеводородов в окружающую среду // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 11. – С. 34–37.
3. Christophersen N., Hooper R. P. Multivariate analysis of stream water chemical data: The use of principal component analysis for the end-member mixing problem // Water resources Research. – 1992. – № 28. – P. 99–107.

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ СТАТУС РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ  
С ПНЕВМОКОНИОЗАМИ И ВЛИЯНИЕ НА НЕГО ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ  
ПРОТЕИНОВ ЛЕГОЧНОГО СУРФАКТАНТА

Е. С. Сердюкова, Д. С. Змазнев

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово  
E-mail: [katya.serdyukova.1997@mail.ru](mailto:katya.serdyukova.1997@mail.ru), [zmDenis98@mail.ru](mailto:zmDenis98@mail.ru)

Работники угледобывающих предприятий подвергаются воздействию большого количества генотоксических агентов, которые могут вызвать повреждение генетического аппарата. Вместе с тем шахтеры также подвергаются рискам развития различных профессиональных заболеваний как воспалительного, так и не воспалительного генеза. Цель данного исследования – изучение модифицирующего влияния воспалительных заболеваний легких (пневмокониозов – ПК) на уровень хромосомных aberrаций у шахтеров, работающих на шахтах Кемеровской области (Российская Федерация), а также оценка влияния индивидуального полиморфизма генов протеинов легочного сурфактанта на уровень генетических повреждений в данных группах.

В экспериментальную группу были включены 120 шахтеров с диагнозами: хронический пылевой бронхит (ХПБ) и антракосиликоз (АС). В качестве популяционного контроля была использована кровь 124 доноров мужского пола, не занятых на предприятиях угольного цикла. В качестве контроля, подверженного воздействию факторов профессиональной среды, была взята кровь 56 стажированных работников угольных шахт, не страдающих профессиональными заболеваниями воспалительного генеза. Цитогенетические исследования были выполнены с помощью стандартной методики учета хромосомных aberrаций (ХА) в лимфоцитах крови.

Установлено, что у работников угольных шахт достоверно увеличено как общее количество, так и частота отдельных типов aberrаций. Было показано значительное увеличение уровня хромосомных обменов ( $p = 0,008$ ), в первую очередь за счет дицентрических хромосом ( $p = 0,006$ ) у лиц, страдающих ПК. Кроме того, установлено значимое влияние минорного и гетерозиготного аллеля гена SFTPD (rs2243639) на повышенный уровень aberrаций хроматидного типа ( $p = 0,0029$ ), в первую очередь за счет одиночных фрагментов ( $p = 0,0003$ ) у шахтеров без легочной патологии. Полученные результаты показывают, что воспалительный процесс, сопровождающий развитие ПК, оказывает существенное влияние на уровень цитогенетических повреждений у шахтеров. А полиморфизм гена SFTPD (rs2243639) способен приводить к повышению aberrаций хроматидного типа.

## ОТРАЖЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В СОСТАВЕ ЛИПИДОВ ТОРФА СЕВЕРА РОССИИ

О. В. Серебrenникова, Е. А. Ельчанинова, Е. Б. Стрельникова

Институт химии нефти СО РАН, г. Томск  
E-mail: [ol.serebrennikova2012@yandex.ru](mailto:ol.serebrennikova2012@yandex.ru)

Гидротермические условия торфообразования могут оказывать значительное влияние на состав торфа. Повышение температуры и влажности окружающей среды, стимулирующее рост растений, должно приводить к увеличению содержания поступающих в торф растительных липидов. Резкое похолодание вызывает изменение набора болотных растений. В результате состав липидов торфа должен откликаться на изменение температурных условий. Обсыхание болот при снижении объема атмосферных осадков вызывает повышение активности аэробных бактерий и может приводить к деградации липидных компонентов.

Для определения влияния климатического фактора на состав липидов торфа были исследованы торфа северной тайги, залегающие в пределах Архангельской области и Западной Сибири (среднегодовые температуры – 1,5–0,8 °С и –6,5 °С соответственно, количество осадков – 575–558 мм и 449 мм). Торфы лесотундровой зоны (Западная Сибирь) залегают на участках с температурой –7,0 и –8,2 °С, осадков выпадает 458–482 мм. Средняя температура на о. Колгуев (северная тундра) составляет –2,7 °С, количество осадков – 344 мм, на островах Большой Цинковый и на юге о. Вайгач (арктическая тундра) – около –6,3 °С и 359 мм. В пределах северной тайги среднее содержание липидов в торфе снижается при понижении температуры окружающей среды и, независимо от температуры, снижается от северной тайги к тундровой природно-климатической зоне, свидетельствуя о преимущественном влиянии на содержание липидов в торфе растительных сообществ, характерных для отдельных зон.

Как и общее содержание липидов, от северной тайги к тундровой зоне в торфе снижается концентрация токоферолов, сквалена и трициклических дитерпеноидов. Содержание бициклических сесквитерпеноидов в северотаежных торфах резко снижается от зоны положительных к отрицательным температурам окружающей среды. Дальнейшее понижение температуры в лесотундре приводит к исчезновению этих соединений. В торфах тундровой зоны на островах Колгуев и Большой Цинковый они также отсутствуют, а на о. Вайгач зафиксированы в малой концентрации. Содержание жирных кислот и их эфиров в материковых торфах, наоборот, несколько возрастает при снижении температуры окружающей среды, а стероидов и пентациклических тритерпеноидов (ПЦТ) – меняется незакономерно. В большинстве торфов стероиды и ПЦТ присутствуют в близкой концентрации, или ПЦТ преобладают. Только в мочажинных торфах, возможно за счет высокой влажности, повышено содержание стероидов. В зоне минимальных температур и повышенной влажности в составе стероидов преобладают ситостерол и стигмастерол, в остальных доминируют кетозамещенные стероиды или стигмаста-3,5-диен.

В торфах мочажинного участка и характеризующегося максимальным количеством атмосферных осадков в составе *n*-алканов повышено содержание гомолога C<sub>23</sub>, отвечающего влаголюбивым растениям, а в торфах, залегающих на территориях с пониженным количеством атмосферных осадков, резко преобладают те или иные нечетные *n*-алканы из ряда C<sub>25</sub>-C<sub>31</sub>.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ И  
МИКРООРГАНИЗМЫ В ОСАДКАХ ОЗЕРА ДОРОНИНСКОЕ  
(ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

О. В. Серебрянникова, Е. А. Ельчанинова, Е. Б. Стрельникова, Л. И. Сваровская

Институт химии нефти СО РАН, г. Томск

E-mail: [helene\\_tom@rambler.ru](mailto:helene_tom@rambler.ru)

Щелочные озера имеют широкое распространение в природе. В функционировании экосистем озер большая роль принадлежит микроорганизмам водной толщи и донных осадков, которые активно участвуют в трансформации осадочного материала.

Объектами исследования в данной работе были пробы донных осадков и бактериального мата оз. Доронинское (Забайкальский край), мощные илистые отложения которого рекомендованы для использования в медицине. Воды озера характеризуются щелочной реакцией ( $\text{pH} = 9\text{--}10$ ) и концентрацией солей 35–60 г/л, увеличивающейся у дна озера, покрытого слоем темно-серого или черного ила мощностью до 7,5 м. Образцы осадков были отобраны на глубине от 0 до 100 см.

В водной толще определены гетеротрофные микроорганизмы и фотосинтезирующие, состоящие в основном из цианобактериального сообщества, образующего маты. Основу матов составляют нитчатые цианобактерии рода *Phormidium*. В донных осадках присутствуют сапрофитные, сульфатовосстанавливающие и денитрифицирующие группы микроорганизмов. Кроме того, верхние слои осадков населены разного вида микроскопическими диатомовыми водорослями, а численность сульфатовосстанавливающей микрофлоры достигает 450 тыс. клет./г.

В составе органических соединений бактериального мата, основу которых представляют алканы и алкены, присутствуют биологически активные токоферолы (витамин Е), стероиды и тритерпеноиды. Токоферолы включают  $\alpha$ -форму и ее ацетилированное производное (4 % отн.). Стероиды представлены тремя группами соединений –  $\text{C}_{27}$ ,  $\text{C}_{28}$  и  $\text{C}_{29}$  (соотношение  $\text{C}_{27}:\text{C}_{28}:\text{C}_{29}$  составляет 37:36:27). В составе стероидов  $\text{C}_{27}$  преобладает холестерол, в подчиненном количестве присутствуют насыщенные холестеранолы и холестераноны. В составе стероидов  $\text{C}_{28}$  и  $\text{C}_{29}$  в максимальном количестве также присутствуют стеролы – кампестерол и ситостерол, соответственно. Среди тритерпеноидов доминирует  $\beta$ -амирин.

Содержание токоферолов в разрезе осадков меняется незначительно. Вниз по разрезу в их составе снижается относительное содержание ацетата  $\alpha$ -токоферола от 4,4 до 1,6 % отн. В составе стероидов снижается относительное содержание соединений групп  $\text{C}_{27}$  и  $\text{C}_{28}$ . В верхнем слое осадка соотношение  $\text{C}_{27}:\text{C}_{28}:\text{C}_{29}$  составляет 37:18:45, в нижней части разреза – 26:16:58. Доля стероидов  $\text{C}_{29}$  возрастает преимущественно за счет стигмастерола, стигмаст-22-ен-3-она и в целом кетонов. Концентрация ситостерола, сопоставимая с содержанием стигмастан-3-она (5%), меняется мало. В составе тритерпеноидов верхней части осадка, как и в бактериальном мате, еще велика доля  $\beta$ -амирина. Ниже по разрезу его содержание падает, нарастает доля насыщенных структур. Изменение содержания отдельных соединений по разрезу свидетельствует о влиянии на их состав набора присутствующих в осадках микроорганизмов, а также различной природы органического вещества, накапливавшегося в осадках оз. Доронинское в процессе их формирования.

## КЛАССИФИКАЦИЯ, КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КОНТАКТА СРЕД (РАЙОНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ)

А. П. Сизых<sup>1</sup>, А. И. Шеховцов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [alexander.sizykh@gmail.com](mailto:alexander.sizykh@gmail.com), [ashekhov@irigs.irk.ru](mailto:ashekhov@irigs.irk.ru)

Экологический риск – векторное изменение вещества и энергии природных и природно-антропогенных систем, они имеют разную природу формирования. Прежде всего, это спонтанные тенденции природных систем, включая эволюционные и динамические. Такие процессы носят генетически долговременный характер, тогда как экологические риски, формирующиеся в результате хозяйственной деятельности, имеют антропогенную направленность. Особым типом экологического риска следует рассматривать эволюционно-антропогенный, где достаточно сложно выделить специфику развития, поскольку нет четких критериев определения, в какой степени хозяйственная деятельность усиливает процессы, ведущие к его возникновению.

Растительность районов природных экологических рисков, к примеру, в зонах контакта сред, на геосистемном или экосистемном уровнях их организации, больше отличается характером функциональных связей между другими компонентами систем, чем в более стабильных экологических условиях. В этом случае риск существования растительного сообщества контакта может заключаться в нестабильности факторов экотопов как внутри ценоза, так и на фоне воздействий извне (мезо- и макроклимат). Экологическая амплитуда видов растений, составляющих то или иное сообщество, до некоторой степени может нивелировать внешние воздействия. Тем не менее, определение границы существования или начала деградации сообщества как типа фитоэкосистемы в определенных природных условиях является существенной проблемой для целей установления форм использования растительности. В связи с этим построение классификационных систем при картографировании растительности пограничных экологических условий должно идти по пути учета характера генезиса сообществ при существующих антропогенных воздействиях на фоне прошедших изменений. Разработка методики оценки условий формирования экологических рисков через выявление структурно-динамической организации растительных сообществ на репрезентативных участках позволяет оценить тенденции формирования растительности контакта сред во времени и пространстве.

Одним из методов можно считать составление серий ситуационных разномасштабных карт растительности. В этом вырабатываются критерии выявления форм экологических рисков в процессе картографирования, с одной стороны, и появляется информация о состоянии компонента среды в виде карты, с другой. Поскольку мы не вправе объединять растительные сообщества контакта сред с разными эволюционно-динамическими характеристиками в одну систему, составление серий ситуационных (на конкретный период времени) карт позволяет достаточно детально выявить условия становления и тенденции развития экологических рисков при той или иной форме хозяйственной деятельности. Воздействие антропогенных факторов повышаеткратно риски формирования не характерных для определенной территории растительных сообществ, и особенно в условиях контакта сред. Процесс как информация выступает в итоге основой прогноза, что в свою очередь предопределяет смысловую нагрузку термина «экологический риск». В процессе выявления мы оцениваем сам «объект» и «объект» по отношению к другому компоненту природных систем в целом. Установление степени риска существования конкретного типа растительного сообщества на фоне динамики факторов среды путем получения экспресс-информации в виде серий ситуационных карт растительности является одним из путей решения вопросов оптимизации природопользования в целом.

# ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ГЕОСИСТЕМ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ СТОЛЕТИЕ

А. В. Силаев

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [anton\\_s@bk.ru](mailto:anton_s@bk.ru)

Изучение различных изменений, происходящих в ландшафте под воздействием природных факторов и в результате человеческой деятельности, с применением ГИС-технологий является перспективным и важным направлением в ландшафтных исследованиях. Один из основных этапов таких исследований – определение антропогенной нагрузки и ее оценка на фоне природной динамики.

Появление в последние годы космических снимков среднего и высокого разрешения, GPS-приемников, развитие методов сложного пространственного анализа, позволили дополнить и расширить методику геоинформационного картографирования и адаптировать ее применительно к территориям с длительным хозяйственным освоением. Она основана на привлечении различных топографических карт разного масштаба, как ретроспективных, так и современных, данных дистанционного зондирования разного разрешения и времени съемки, полевых материалов с GPS привязкой, интегрированных в единую картографическую проекцию и систему координат.

В качестве территории исследования нами выбрана Тункинская котловина, расположенная в Юго-Западном Прибайкалье. Это субширотное межгорное понижение протяженностью от юго-западной оконечности оз. Байкал более чем на 200 км.

При выявлении контуров антропогенно-нарушенных территорий на период начала XX в. были использованы ретроспективные топографические карты м-ба 1:84 000, издания 1896–1914 гг. Преобразовав исходные растровые карты в векторный вид и трансформировав в современную проекцию и систему координат, в QGIS был получен векторный слой, содержащий информацию о выделах в первом временном периоде исследования.

Для выявления территорий в 1970 и 2000–2015 гг. использовались космические снимки Landsat (MSS, 5 TM и 7 ETM+), SPOT, Formosat-2. Проводилось визуальное дешифрирование с использованием различных комбинаций каналов, прямых и косвенных признаков (четкие очертания, линейные границы и т. п.) уточненных данными полевых исследований.

Сопоставление пространственно привязанных разновременных слоев в QGIS позволило выявить изменения для каждого антропогенно-нарушенного контура, определить преобладающий тип природопользования, особенности формирования, что послужило основой для последующего картографирования и создания карты антропогенной нарушенности территории Тункинской котловины.

Применение современных методов геоинформационного картографирования помогает по-новому раскрыть пространственно-временные закономерности и особенности проявления природно-антропогенных факторов ландшафтообразования, картографически проанализировать и оценить антропогенную нагрузку на геосистемы.

# ЭКОСИСТЕМНЫЕ БЛАГА И УСЛУГИ В МЕХАНИЗМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

В. П. Смирнов

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток  
E-mail: [smirnov.vp@dvfu.ru](mailto:smirnov.vp@dvfu.ru)

Понятие «экосистемные услуги» закрепилось в научном обороте. «Экосистемные услуги – это выгоды, которые люди получают от экосистем» [7]. В состав экосистемных услуг включаются очистка воды и атмосферного воздуха, регулирование осадков и засухи, ассимиляция и детоксикация отходов, формирование и сохранение почвы, борьба с вредителями и болезнями, сохранение биоразнообразия в интересах сельского хозяйства, защита от ультрафиолетового излучения, стабилизация климата [5]. Появились фундаментальные международные исследования, посвященные экономике экосистемных услуг [6, 7].

Экосистемные услуги напрямую связываются с природным капиталом, выполняющим четыре важные функции: ресурсную; регулирующую; эстетическую (культурную); обеспечение здоровья человека. Но при этом нарушается четкость определения экосистемных услуг. Так, С. Н. Бобылев утверждает, что если экосистемы признаются видами природного капитала, то «под экосистемными услугами можно понимать весь спектр товаров и услуг, предоставляемых природой, т. е. все четыре функции природного капитала» [1, с. 10]. Такое заключение представляется ошибочным, так как в состав услуг не могут входить товары. В отличие от товара, предназначенного для обмена, услуга по своим характеристикам нематериальна, неосязаема, отличается гетерогенностью, ее невозможно сохранять. Услуга – это процесс одновременного осуществления производства и потребления, одновременного создания и использования блага.

В научный оборот закономерно включается понятие «экосистемные блага». В своем исследовании Т. Браун, Дж. Бергстром и Дж. Лумис предложили разграничить экосистемные блага и экосистемные услуги как результаты функционирования экосистем [2].

Оценка, определение потенциальных продавцов и покупателей, механизмов компенсации, формирование рынков экосистемных благ и услуг приобретают особую важность. Так, в 1997 г. общая стоимость экосистемных услуг оценивалась в среднем в 33 трлн долл. США [3] и почти в два раза превысила размеры мирового ВВП (18 трлн долл. США). В 2011 г. оценка экосистемных услуг поднялась до 125 трлн долл. США [4]. За последние 50 лет около 60 % мировых экосистемных услуг, включая 70 % регулирующих и культурных услуг, подорваны в результате антропогенного воздействия [7].

## **Литература.**

1. Бобылев С. Н., Захаров В. М. Экосистемные услуги и экономика. – М.: ООО «Типография ЛЕВКО», 2009. – 72 с.
2. Brown T. S., Bergstrom J. C. & Loomis J. B. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services // *Natural Resources J.* – 2007, Vol. 47. – P. 329–369.
3. Costanza R. d'Arge, Groot R. de et al. The value of the worlds ecosystem services and natural capital // *Nature.* – 1997. – Vol. 386. – P. 253–260.
4. Costanza R., Groot R. de, Sutton P. et al. Changes in the global value of ecosystem services // *Global Environmental Change.* – 2014. – Т. 26. – С. 152–158.
5. Daily G., (ed.) *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems.* – Washington: Island Press, 1997. – 392 p.
6. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). An Interim Report.* European Communities. – 2008. – 64 p.
7. *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being // Synthesis Report.* – Island Press, Washington DC, 2005. – 160 p.

# ВЕЛИКИЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ ПРИРОДНЫЙ МАССИВ КАК ОБЪЕКТ ПРИРОДООХРАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Н. А. Соболев, А. А. Тишков, Е. А. Белоновская

Институт географии РАН, г. Москва  
E-mail: [sobolev\\_nikolas@igras.ru](mailto:sobolev_nikolas@igras.ru)

Простирающийся от Тихого океана до Скандинавии Великий Евразийский природный массив (Соболев, Руссо, 1998; Соболев, 2016) – основной структурный компонент экологического каркаса России (Соболев, 2015) – рассматривается в качестве модельного объекта природоохранного управления, целью которого выступает поддержание экологической стабильности и других экосистемных услуг (Тишков, 2014) как практическая гарантия права каждого гражданина России на благоприятную окружающую среду. Изменения в природе (Белоновская и др., 2014; Тишков и др., 2016 и т. п.) подчеркивают актуальность целенаправленного природоохранного управления.

Значимые объемы экосистемных услуг производят экосистемы на землях различных категорий. Экологический каркас формируется природоохранными территориями, образованными на основе различных отраслей законодательства, – особо охраняемыми природными территориями, защитными лесами, водоохранными зонами и т. п.

Естественные экосистемы представляют собой ресурс экологической стабильности и других экосистемных услуг, а природные территории – носитель этого ресурса (Соболев, 1999). Деятельность, связанная с природными территориями, должна находиться в ведении специальной государственной структуры, осуществляющей непосредственное управление особо охраняемыми природными территориями и координирующей использование других природных территорий.

*Исследование выполняется в рамках проекта 17-05-41204 «Оценка и картографирование изменений состояния Великого Евразийского природного массива как фактора глобальной экологической стабильности и источника экосистемных услуг», поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований и Русским географическим обществом.*

## **Литература.**

1. Белоновская Е. А., Кренке А. Н.-мл., Тишков А. А., Царевская Н. Г. Природная и антропогенная фрагментация растительного покрова Валдайского поозерья // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2014. – № 5. – С. 67–82.
2. Соболев Н. А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. – 1999. – № 3 (14). – С. 20–24.
3. Соболев Н. А. Экологический каркас России. Индикативная схема / Ред. А. А. Тишков. – М.: Изд-во Ин-та географии РАН, 2015. – 16 с.
4. Соболев Н. А. Великий Евразийский природный массив – основа Панъевропейской экологической сети // Запад и Восток: пространственное развитие природных и социальных систем. – Улан-Удэ, 2016. – С. 299–303.
5. Соболев Н. А., Руссо Б. Ю. Стартовые позиции Экологической Сети Северной Евразии: рабочая гипотеза // Предпосылки и перспективы формирования экологической сети Северной Евразии // Охрана живой природы. – 1998. – Вып. 1 (9). – С. 22–31.
6. Тишков А. А. Экосистемные услуги ландшафтов России как один из главных стратегических ресурсов России // Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов. – М.: Изд-во Ин-та географии РАН. – 2014. – С. 70–88.
7. Тишков А. А., Белоновская Е. А., Вайсфельд М. А., Глазов П. М., Кренке А. Н.-мл., Морозова О. В., Покровская И. В., Царевская Н. Г., Тертицкий Г. М. «Позеленение» ландшафтов Арктики как следствие современных климатогенных и антропогенных трендов растительности // Изв. РГО. – 2016. – Т. 148, вып. 3. – С. 14–24.

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ГЕОСИСТЕМ ПРИБАЙКАЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С. В. Солодянкина, Ю. В. Вантеева, Т. И. Знаменская,  
О. В. Евстропьева, Е. А. Пономаренко

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [solodyankinasv@mail.ru](mailto:solodyankinasv@mail.ru)

Озеро Байкал и прибрежные ландшафты – рекреационно-привлекательный объект мирового значения. Распределение туристских потоков на побережье озера и, следовательно, нагрузка на ландшафты неравномерна и зависит от природных условий, транспортной доступности и концентрации объектов размещения.

Цель – исследовать разнообразие процессов и степень деградации прибрежных геосистем Прибайкалья в условиях рекреационного воздействия. Для этого проводятся экспериментальные исследования и наблюдения за основными процессами деградации геосистем на ключевых участках: денудацией (водная эрозия и дефляция), уплотнением и нарушением почвенного покрова, сменой и упрощением видового состава растительности, снижением проективного покрытия древесной и травянистой растительности. Ключевые участки расположены: 1) в Северном Прибайкалье, в предгорьях Баргузинского хребта; 2) в Приольхонье и на о-ве Ольхон; 3) на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан и в предгорной равнине. В период с 2011 по 2016 гг. выполнено 257 комплексных описаний тестовых площадок на ключевых участках.

Создана и дополняется база данных характеристик, исследуемых геосистем на основе ландшафтной ГИС Прибайкалья, включающей информацию о ландшафтной структуре по совокупности опубликованных данных, параметрах почвы и растительности для ключевых участков по результатам полевых наблюдений.

Для каждого участка исследования разрабатываются или уточняются критерии и шкалы оценки дигрессии растительности и почв, учитывающие специфику территории. К общим критериям деградации геосистем авторы относят следующие показатели: уплотнение почв и эрозионные процессы, отсутствие или низкая жизнеспособность всходов древесной растительности (для лесных территорий), наличие механических повреждений древостоя, снижение проективного покрытия травянистого покрова, снижение биоразнообразия, доминирование синантропных или более устойчивых к вытаптыванию видов в травостое.

Особого внимания и незамедлительных мер требует ситуация с рекреационной деятельностью в Приольхонье и на о-ве Ольхон. Высокая степень деградации природных систем данного ключевого участка доказана исследованиями [1–3].

*Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ и Русского географического общества (проекты 17-05-00588, 17-05-41020).*

## **Литература.**

1. Вантеева Ю. В., Солодянкина С. В., Знаменская Т. И. Деградация почвенного покрова Приольхонья в связи с интенсивной рекреационной деятельностью // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: Материалы VI Всерос. науч. конф. – Томск: Изд. дом Томск. гос. ун-та, 2016. – С. 269–272.
2. Евстропьева О. В. Трансформация природных комплексов в зонах рекреации // География и природ. ресурсы. – 1999. – № 1. – С. 130–133.
3. Пономаренко Е. А. Солодянкина С. В. Рекреационная деятельность в Приольхонье и на острове Ольхон. – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ им. А. А. Ежовского, 2015. – 112 с.

# МЕЛКОВОДНЫЕ ОЗЕРА АРИДНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ: КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ И ДИНАМИКА ВОДНОГО БАЛАНСА

П. А. Солотчин<sup>1</sup>, Э. П. Солотчина<sup>1</sup>, Е. В. Складов<sup>2</sup>, И. В. Даниленко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск;

<sup>2</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [paul@igm.nsc.ru](mailto:paul@igm.nsc.ru)

Донные осадки малых минеральных озер аридных зон Западного Забайкалья являются естественными палеоклиматическими архивами. Примером подобной климатической летописи могут служить голоценовые отложения оз. Сульфатное (Селенгинская Даурия). Методы исследования – рентгеновская дифрактометрия (XRD), ИК-спектроскопия, лазерная гранулометрия, изотопный и элементный анализы, датирование по <sup>14</sup>C и <sup>210</sup>Pb. Отложения оз. Сульфатное вскрыты до глубины 57,1 см, что соответствует ~7000 календарных лет. В разрезе донных осадков алеврито-глинистые горизонты чередуются с прослоями, сложенными гравийным и псаммитовым материалом. В терригенной части доминируют кварц, плагиоклаз, калиевый полевой шпат; содержание аутигенных карбонатов кальцит-доломитового ряда может достигать 25 % от минерального состава. Осаждение тех или иных карбонатов определяется рядом факторов:  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  отношением в воде, ее карбонатной щелочностью, соленостью, величиной pH, температурой, которые контролируются водным балансом, зависящим от климатических условий. Авторским методом моделирования XRD профилей карбонатов функцией Пирсона VII идентифицированы карбонатные фазы, отвечающие различным климатическим обстановкам. Наши предыдущие исследования донных осадков минеральных озер Байкальского региона показали, что аридизация климата, сопровождающаяся падением уровня вод, приводит к осаждению серии высоко-Mg кальцитов и Са-доломитов, в то время как теплый и влажный климат способствует формированию низко-Mg и промежуточных Mg-кальцитов [1].

Выделено 4 стадии эволюции оз. Сульфатное. Стадия I – формирование бассейна в первую половину атлантического периода голоцена. В это время выпадало максимальное количество атмосферных осадков в условиях умеренно-континентального климата; озерная котловина заполнялась водой. Разрез сложен преимущественно грубообломочными осадками, карбонаты представлены низко-Mg кальцитами. В стадию II (вторая половина атлантического периода) количество атмосферных осадков сокращается. В отложениях доминируют пелит и алеврит; наряду с низко-Mg кальцитами осаждаются высоко-Mg кальциты и Са-избыточные доломиты, что свидетельствует о нестабильных условиях в водоеме и нарастающей аридности. Стадия III отвечает суббореальному периоду. В регионе происходит дальнейшее снижение количества осадков, климат становится резко континентальным. В разрезе доминируют грубообломочные фракции, отмечаются признаки пересыхания бассейна. Содержание карбонатов невелико, в осадках формируются преимущественно Са-доломиты, что является показателем плейстового озера. Стадия IV (субатлантический период – современность) характеризуется отчетливой тенденцией увлажнения климата, в верхах разреза преобладают низко-Mg и промежуточные Mg-кальциты.

*Работа выполнена в рамках государственного задания (проекты № 0330-2016-0017, № 0330-2015-0003) и при поддержке РФФИ (проект №16-05-00244).*

## **Литература.**

1. Солотчина Э. П., Складов Е. В., Солотчин П. А. и др. Реконструкция климата голоцена на основе карбонатной осадочной летописи малого соленого озера Верхнее Белое, Западное Забайкалье // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53. – С. 1756–1775.

## МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОЗЕРО БАЙКАЛ С ВОДАМИ РЕКИ СЕЛЕНГИ

Л. М. Сороковикова, И. В. Томберг, В. Н. Синюкович

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [lara@lin.irk.ru](mailto:lara@lin.irk.ru)

Речной сток является одним из важнейших абиотических факторов, оказывающих влияние на формирование химического состава вод оз. Байкал. Половина поверхностного притока в озеро обеспечивает р. Селенга, сток которой отличается высокой сезонной и межгодовой изменчивостью. Доля биогенных элементов в общем объеме химического стока в Байкал не превышает 5 %, однако их поступление в озеро в значительной степени определяет направленность и интенсивность продукционных процессов как в пределах прибрежной зоны (в особенности на Селенгинском мелководье), так и в открытом Байкале.

Многолетние исследования (1996–2015 гг.) показали, что основное количество растворенных веществ, в том числе и биогенных элементов, поступает с водами главного притока – р. Селенги. Их поступление в озеро находится в прямой зависимости от водного стока реки [2]. Понижение водности р. Селенги в последние годы привело к резкому уменьшению поступления биогенных элементов в Байкал, что обусловлено не только маловодьем, но и интенсификацией потребления биогенов фитопланктоном.

При средней водности р. Селенга ежегодно выносит в Байкал до 608 т минерального фосфора, 8,7 тыс. т минерального азота и 114 тыс. т кремния. В условиях низкой водности 2012–2015 гг. вынос  $P_{\text{мин}}$  составлял от 22 до 52 % (от среднего),  $\Sigma$  минерального азота – от 23 до 72 %, кремния – от 56 до 91 %. Полученные оценки свидетельствуют о снижении питания озера минеральными биогенными элементами, однако их дефицит компенсируется увеличением стока органических соединений азота и фосфора, о чем свидетельствует, например, рост выноса общего фосфора в 1,5–5,3 раза. Сравнение с предыдущим периодом наблюдений [3] показало, что в 1980-е гг. с селенгинскими водами поступало до 240 т минерального фосфора, составляя 40 % от общего поступления фосфора в Байкал. В настоящее время доля  $P_{\text{мин}}$  снизилась до 9,8–16,0 %. В результате в озеро поступают воды с высоким содержанием органического фосфора в составе легкогидролизуемого органического вещества и планктона. При массовом развитии водорослей биомасса фитопланктона в нижнем течении реки и протоках дельты может достигать величин, характерных для эвтрофных водоемов (до 37 г/м<sup>3</sup>) [1]. Необходимо также отметить, что в условиях малой водности р. Селенги, как правило, снижается уровень Байкала, обнажается приустьевой бар на Селенгинском мелководье, затрудняется водообмен между рекой и озером, способствуя еще большему уменьшению поступления биогенных элементов в открытую часть озера.

*Исследования выполнены в рамках проекта ЛИИ СО РАН № 0345-2016-0008.*

### **Литература.**

1. Поповская Г. И., Ташлыкова Н. А. Фитопланктон р. Селенги / Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния оз. Байкал. – Новосибирск: Наука, 2008. – С. 167–182.
2. Синюкович В. Н., Сороковикова Л. М., Томберг И. В., Тулохонов А. К. Изменение климата и химический сток реки Селенги // ДАН. – 2010. – № 6. – С. 817–821.
3. Тарасова Е. Н., Мещерякова А. И. Современное состояние гидрохимического режима оз. Байкал. – Новосибирск: Наука, 1992. – 144 с.

## РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА КОТЛОВИН СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

А. П. Софронов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [alesofronov@yandex.ru](mailto:alesofronov@yandex.ru)

Большой научный интерес представляет изучение древних элементов в современных растительных сообществах, что дает дополнительную возможность выявить географические закономерности формирования растительных сообществ и определить биогеографические взаимосвязи регионов. Определенный интерес в этом отношении представляет изучение реликтовых элементов в специфических растительных сообществах, сформировавшихся в зоне влияния гидротермальных источников и сохранивших в своем составе древние элементы флоры.

Северное Прибайкалье представляет особый интерес по причине расположения в регионе около 15 термальных источников на разных частях территории. Из всех термальных источников флористические исследования проводились лишь в сообществах, примыкающих к 4-м из них (Аненхонов, 1999; Зарубин и др. 1993; Зарубин, Ляхова, 2000), и носили в большей степени поверхностный характер. Но даже эти исследования флористического состава ценозов, расположенных в зоне непосредственного влияния некоторых термальных источников, выявили древние виды. В настоящее время в растительном покрове Северного Прибайкалья выявлено 7 видов по реликтовости относящихся к разным периодам прошлого. Это виды *Elymus caninus*, *Pycreus nilagiricus*, *Lythrum intermedium*, *Thelypteris palustris*, *Pilea mongolica*, *Lycopus europa*, *Truellum sieboldii*. И такие из них как *Pycreus nilagiricus*, *Lythrum intermedium* и *Lycopus europa* встречаются только в притермальных сообществах. Термальные источники образуют местообитания для реликтового вида стрекозы – прямобрюха белохвостого (*Orthetrum albistylum*), отмеченного у всех горячих источников. У отдельных источников были встречены внесенные в Красную книгу виды пресмыкающихся. Данные факты также подчеркивают важную роль термальных источников в сохранении биоразнообразия региона.

Предварительный анализ притермальных сообществ показал, что наиболее обычными в их составе являются *Lycopus europa*, отмеченный в составе всех сообществ. *Lythrum intermedium* встречается только у трех источников – Дзелиндинском, Змеинке и Иркининском. Несмотря на относительно небольшую удаленность (около 30 км), дербенник отсутствует на Коркирейском источнике. Сохранение редких видов флоры является важной задачей охраны природы, в связи с чем термальные источники нуждаются в комплексной охране и сбалансированном режиме антропогенных нагрузок.

В настоящее время продолжается анализ состава и структуры притермальных фитоценозов Северобайкальской и Верхнеангарской котловин.

### Литература.

1. Аненхонов О. А. Пути формирования перигидротермальных флор Прибайкалья // Генезис флоры и растительности Байкальской Сибири: Материалы конференции. Научные чтения памяти М. Г. Попова (чтение 17-ое). – Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1999. – С.43–47.
2. Зарубин А. М., Иванова М. М., Ляхова И. Г., Барицкая В. А., Ивельская В. И. Флористические находки в Прибайкалье // Бот. журн. – 1993. – Т. 78. – №. 8. – С. 93–101.
3. Зарубин А. М., Ляхова И. Г. Ботанические рефугиумы Байкальской Сибири и необходимость их охраны // Экология Байкала и Прибайкалья : тез. докл., представл. на Всерос. науч.-практ. молодеж. симпоз. (24-27 окт. 2000 г., Иркутск). – Иркутск, 2000. – С. 8–9.

## СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ЭНТОМОФАУНЫ ИЛЬМОВЫХ РОЩ В НИЗОВЬЯХ СЕЛЕНГИ

Е. В. Софронова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [aronia@yandex.ru](mailto:aronia@yandex.ru)

В низовьях р. Селенги, северо-западнее г. Улан-Удэ, встречаются небольшие леса или рощи, образованные реликтовым для Восточной Сибири видом – ильмом (или вязом) японским (*Ulmus davidiana* var. *japonica* (Rehder) Nakai). Основной ареал этого вида расположен на российском Дальнем Востоке, в Монголии, Китае и Японии. Ильмовники образуют отдельные, небольшие, удалённые друг от друга массивы площадью 10–25 га в теплых пойменных местообитаниях с близким залеганием грунтовых вод (Плешанов, Плешанова, 1997).

Ильм японский – представитель неморальной флоры. Непрерывное распространение неморальной растительности в Сибири было возможно в прошлые геологические эпохи, в периоды климатических оптимумов. В настоящее время отдельные островки ильмовых лесов сохранились в качестве рефугиумов некоторых видов неморальной флоры и фауны (Плешанов, 1998). Рефугиумы вносят существенный вклад в биологическое разнообразие Байкальского региона, их следует рассматривать как уникальный объект для изучения истории формирования природных сообществ Восточной Сибири.

Ильмовые сообщества недостаточно и неравномерно изучены в отношении энтомофауны. Большинство работ относятся к обзорным региональным фаунистическим спискам. Информацию о ряде интересных с биогеографической точки зрения видов насекомых содержат публикации А. С. Плешанова (1997, 1998). Автором также проведены сборы некоторых групп насекомых в ильмовых рощах и их окрестностях, в результате чего выявлены новые для Бурятии виды полужесткокрылых насекомых (Софронова, 2015; Sofronova, 2017), а также редкие виды жуков-долгоносиков (Коротяев, Софронова, 2016). Некоторые виды насекомых ильмовников являются типичными представителями маньчжурской, дальневосточной или неморальной фаун. Ряд обнаруженных видов имеет признаки реликтовости (дизъюнкция ареала и т. д.). К сожалению, ильмовые рощи испытывают сильнейшие антропогенные нагрузки и при этом не являются охраняемой территорией какого-либо уровня.

### Литература.

1. Плешанов А. С. Аспекты генезиса реликтовых неморальных комплексов Байкальской Сибири // Исследования флоры и растительности Забайкалья, Улан-Удэ, 1998. – С. 32–35.
2. Плешанов А. С. Картографическая инвентаризация рефугиев Байкальского региона // Деп. в ВИНТИ, 30.12.97. № 3820-В97. – 32 с.
3. Плешанов А. С., Плешанова Г. И. Структура лесов из вяза японского в Прибайкалье // Проблемы сохранения биологического разнообразия Южной Сибири. Кемерово, 1997. – С. 136–137.
4. Софронова Е. В. К изучению фауны полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) северного макросклона хребта Хамар-Дабан (Восточная Сибирь) // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2015. – № 2 (30). – С. 82–95.
5. Korotyaev V. A., Sofronova E. V. New Data on the Distribution and Host Plants of Weevils (Coleoptera, Curculionoidea: Apionidae, Curculionidae) in the South of Baikal Siberia and in Mongolia // Entomological Review. – 2016. – Vol. 96, N. 9. – P. 1289–1296.
6. Sofronova E. V. *Bathysolen nubilus* (Fallen, 1807) (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae): first record from the Republic of Buryatia (Eastern Siberia, Russian Federation) and extension of distribution // Check List. – 2017. – Vol. 13, No. 1. – P. 2050 (1–3).

# ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В МОНИТОРИНГЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ В ПОЛИТИКЕ ТИХООКЕАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЦЕНТРА ШЕН ДВФУ

В. Т. Старожилов

Тихоокеанский международный ландшафтный центр ШЕН ДВФУ, г. Владивосток

E-mail: [starozhilov.vt@dvfu.ru](mailto:starozhilov.vt@dvfu.ru)

Информационная база безопасной жизнедеятельности населения основывается на том, что при исследовании окружающей среды необходимо применение методологии комплексного подхода к проблеме, присущий географическому сообществу. Такой научной основой рассматривается ландшафтная география и ее раздел *стратегическое ландшафтоведение* и в целом ландшафтный подход с применением ландшафтной индикации и мониторинга геосистем в рамках изучения сбалансированного и экологически безопасного развития территорий. Информационная база методологии изучения в докладе основывается на результатах многолетних научных и практических исследований в сфере геолого-географического изучения и векторно-слоевого ландшафтного картографирования крупных региональных Приморского, Сахалинского и др. звеньев окраинно-континентального ландшафтного пояса Тихоокеанской России. Составлены векторные слоевые ландшафтные карты м-бов 1: 500 000, 1: 1000 000 и др. по отдельным регионам (например, по Приморскому краю), чем созданы предпосылки для их применения в качестве основы мониторинга экологически безопасного развития по выделам ландшафтов.

То есть ландшафтному анализу подвергаются векторно-слоевые ландшафтные геосистемы различных рангов, и в конечном итоге дается та или иная практическая оценка пространства ландшафтной сферы, а полученные результаты анализа, синтеза и оценки можно применить для решения производственно-хозяйственных задач.

Эколого-ландшафтная оценка и мониторинг основываются, в свою очередь, на применении методологии сопряженного анализа межкомпонентных и межландшафтных связей на основе учета окраинно-континентальной дихотомии, изучения орографического, климатического и фиторастительного факторов, а также использования векторно-слоевого ландшафтного картографирования. Применение такой методологии позволило создать на примере горнопромышленного природопользования Приморского края ландшафтно-экологическую основу для индикации и мониторинга систем.

При комплексном анализе при применении ландшафтного метода как основы комплексной оценки природопользования и преобразований ландшафтов, прежде всего, должен использоваться *метод ландшафтной индикации*. Он включает исследование индикаторов и индикационных связей, отражающих объекты индикации, обусловленных антропогенной трансформацией, разработкой мер по охране природной среды. В процессе ландшафтных исследований территории наряду с локальными индикаторами – почвами, растительностью, рельефом, геологией, климатом – важное значение имеет и интегральный – специфика морфологической структуры,

Все, что происходит в ландшафтах, происходит на определенной площади. Для получения данных по площадям и свойствам природных ландшафтов региона необходимо иметь векторно-слоевую ландшафтную карту. Нами такая карта составлена (Приморский край), подсчитаны площади выделенных на ней выделов ландшафтов и, имея данные по площадям природных ландшафтов, мы использовали эти материалы для подсчета соотношения площадей индикаторов модифицированных и природных ландшафтов. Их выявление и анализ – основное при установлении степени трансформации ландшафтов и при определении природопользовательских последствий и природоохранных мероприятий. В условиях возрастания роли природоохранного фактора и

изучения экологических рисков ландшафтная индикация выступает как основа выбора главного направления или даже стратегии хозяйствования.

Применение разрабатываемых нами для Тихоокеанской России ландшафтного подхода, компонентной, морфологической и площадной индикации, методологии мониторинга при эколого-ландшафтной оценке природопользования занимает значимое место в методологии политики Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН Дальневосточного федерального университета. Мы надеемся, что со временем использование предлагаемой ТМЛЦ ландшафтно-экологической методологии эколого-ландшафтной оценки и мониторинга природопользования усилится и займет достойное место в политике правительства при освоении Тихоокеанской России и других территорий ландшафтной сферы.

## СЕКВЕСТРАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО УГЛЕРОДА ХВОЙНЫМИ ЛЕСАМИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Г. Г. Суворова

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [galina.g.suvor@gmail.com](mailto:galina.g.suvor@gmail.com)

Поглощая в процессе фотосинтеза диоксид углерода и выделяя кислород, лесные экосистемы Байкальского региона выполняют важную стабилизирующую функцию состояния биосферы. Пулы и потоки углерода в экосистемах существенно зависят от климатических факторов и от видового состава древесной растительности. С этой точки зрения представляется чрезвычайно важным оценить видовую углеродо-депонирующую способность хвойных лесов, произрастающих на территории входящих в него субъектов Российской Федерации – Иркутской области, Забайкальского края, республик Бурятия и Тыва (Тере-Хольский район), и сопредельного государства – республики Монголия. Не менее важной по значимости является адекватная оценка способности хвойных лесов Байкальского региона за счет выделения кислорода в процессе фотосинтеза создавать благоприятные санитарно-гигиенические условия для проживания населения.

Хвойные леса Байкальского региона, образованные видами лиственниц *Larix sibirica* Ledeb., *L. gmelinii* (Rupr.) Rupr., *L. cajanderi* Mayr., сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), характеризуются высоким уровнем фотосинтетического поглощения углерода. Экспериментально установлено, что брутто-продукция (GPP) хвойных древостоев претерпевает значительные изменения под влиянием температуры почвы и освещенности в ранневесенний и осенний периоды и почвенного увлажнения в летний период вегетации.

Депонирование атмосферного углерода хвойными древостоями Байкальского региона составляет 354,08 млн т, из них 70 % ассимилируется лесами Иркутской области и Забайкальского края, 30 % – лесами республик Бурятия (19,5 %), Монголия (9,7 %) и Тыва (Тере-Хольский район, 0,8 %). Более половины С-стока (64 %) усваивается лиственничными лесами, меньшая часть – сосновыми и кедровыми (30,5), еловыми и пихтовыми (5,5 %). Удельный сток С в экстремально засушливые годы сокращается в сосновых древостоях в 2,8 раза, лиственничных – в 1,5, еловых – в 5 раз.

Выявлены высокие свойства санитарно-гигиенической и оздоровительной функций лесов региона. Ежегодная продукция фотосинтетического кислорода хвойными древостоями Байкальского региона составляет 1030,0 млн т O<sub>2</sub>. Объем продуцируемого кислорода по отдельным административно-государственным субъектам в расчете на одного жителя изменяется в широких пределах (от 12481,98 т в Тере-Хольском районе Республики Тыва до 32,94 т в Республике Монголия), в среднем по региону достигает 137,05 т O<sub>2</sub>, что, по медицинским показаниям, обеспечивает жизнедеятельность одного человека (с учетом необходимого состояния покоя и выполнения тяжелой работы) на 95 лет.

Значение хвойных лесов Байкальского региона в секвестрации атмосферного углерода трудно переоценить – ее величина достигает 13–15 % от депонирующей способности российских лесов, а их высокая кислородо-продуцирующая активность создает благоприятные природно-оздоровительные условия для проживания 7,5 млн населения.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

Е. В. Сугак

Сибирский государственный аэрокосмический университет, г. Красноярск

E-mail: [sugak@mail.ru](mailto:sugak@mail.ru)

Анализ и сравнение методов оценки техногенных экологических рисков показывают, что только комбинирование классических методов и методов интеллектуального анализа данных с использованием современных информационных технологий может позволить полноценно оценить влияние вредных факторов окружающей среды на безопасность и здоровье человека [1–3]. Перспективным при построении зависимости «доза – эффект» представляется использование нейросетевых моделей, которые позволяют разрабатывать высокоэффективные системы анализа и прогнозирования заболеваемости и смертности при изменении параметров окружающей среды [2–5].

Для проверки приемлемости использования нейросетевых технологий для оценки экологических рисков построены модели, описывающие влияния вредных факторов на здоровье населения Красноярска и Красноярского края [2–5]. В качестве индикаторов состояния окружающей среды применялись концентрации и объемы выбросов в атмосферу основных загрязняющих веществ, в качестве индикаторов здоровья – данные о первичной заболеваемости, смертности и ожидаемой продолжительности жизни. Расчеты показывают, что нейросетевые модели удовлетворительно описывают исходные данные – погрешность по различным показателям здоровья населения составила от 0,4 до 4,7% [2–5].

По результатам выполненных работ также выявлены недостатки разрабатываемой методики. Для их преодоления разрабатываются методы автоматизированного проектирования технологий интеллектуального анализа данных [6–8].

## **Литература.**

1. Сугак Е. В., Окладникова Е. Н. Прикладная теория случайных процессов. Основные положения и инженерные приложения. – Красноярск: СибГАУ, 2006. – 168 с.
2. Сугак Е. В., Окладникова Е. Н., Кузнецов Е. В. Вычислительные и информационные технологии анализа и оценки социально-экологических рисков // Экология и промышленность России. – 2008. – № 8. – С. 24–29.
3. Сугак Е. В. Современные методы оценки экологических рисков // European Social Science Journal. – 2014. – Т. 2, № 5. – С. 427–433.
4. Потылицына Е. Н., Липинский Л. В., Сугак Е. В. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач. – Современные проблемы науки и образования, 2013, № 4, с.51-58.
5. Сугак Е. В., Бразговка О. В., Бельская Е. Н. Техногенные социально-экологические риски населения промышленного региона. – Актуальные направления научных исследований начала XXI века. – Ростов-на-Дону, 2015. – С. 13–24.
6. Хритonenко Д. И., Семенкин Е. С., Потылицына Е. Н., Сугак Е. В. Проектирование коллективов нейросетевых предикторов экологического состояния города самоконфигурируемыми эволюционными алгоритмами. Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2014). – Кемерово, 2014. – С. 438–439.
7. Хритonenко Д. И., Семенкин Е. С., Сугак Е. В., Потылицына Е. Н. Автоматическое генерирование нейросетевых моделей в задаче прогнозирования уровня заболеваемости населения. XIV Национальная конференция по искусственному интеллекту (КИИ-2014). – Казань, 2014. – С. 276–285.
8. Хритonenко Д. И., Семенкин Е. С., Сугак Е. В., Потылицына Е. Н. Решение задачи прогнозирования экологического состояния города нейроэволюционными алгоритмами // Вестн. СибГАУ. – 2015. – Т. 16, № 1. – С. 137–142.

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАХОВАНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ КАК ЭЛЕМЕНТ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА)

Л. А. Суменкова

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [passwrd@mail.ru](mailto:passwrd@mail.ru)

Экологическое страхование на производстве входит в систему общего экологического страхования и включает в себя личное страхование граждан: страхование жизни и здоровья работников организаций (предприятий, учреждений), относящихся к категории источников повышенной опасности, или граждан, находящихся на территории, потенциально подверженной влиянию источников повышенной опасности. Поэтому основной задачей экологического страхования на производстве является обеспечение безопасности населения, и его следует рассматривать как элемент качества жизни.

По данным Росстата, на территории Байкальского региона численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более с каждым годом уменьшается. Так, например, в регионе за период рыночных отношений число пострадавших на производстве сократилось более чем на 90 % (с 13 203 человек в 1992 г. до 964 человек в 2015 г.). При этом следует отметить, что доля числа пострадавших на производстве со смертельным исходом за исследуемый период возросла более чем в 2 раза и на 2015 г. имеет значение 5,6 % от общего числа пострадавших. Таким образом, на каждые 100 тыс. работающих на различных производствах Байкальского региона число пострадавших составляет 27 человек, что превышает общероссийский показатель на 3 человека (2015 г.). Больше число пострадавших на 2015 г. отмечается в Иркутской области (29 чел.), затем в Республике Бурятия (27 чел.) и замыкает рейтинг Забайкальский край (23 чел.) [1–3].

Вполне закономерно динамика выплаченного пособия по временной нетрудоспособности по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний имеет тенденцию к понижению. Если в 2010 г. Фондом социального страхования Байкальского региона было выплачено пострадавшим около 80 млн руб., то в 2015 г. сумма выплат составила уже 65 млн руб. Следовательно, расходы по данному пособию сократились на 18 % [1].

Существенной статьёй расходов Фонда социального страхования является выделение средств на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию пострадавших, обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. За 2015 г. отделениями социальной защиты Байкальского региона на указанные расходы из Фонда было выделено более 623 млн руб. На 2010 г. сумма была значительно меньше и исчислялась 295 млн руб. Ежегодный прирост финансирования увеличивается на 10 % [1, 2]. Следовательно, система экологического страхования на производстве Байкальского региона выступает механизмом, обеспечивающим реализацию экономической, экологической и социальной безопасности населения.

## **Литература.**

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 29.03.2017).
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fedstat.ru> (дата обращения 29.03.2017).
3. Федеральная служба по труду и занятости [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rostrud.ru> (дата обращения 29.03.2017).

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА ЛИСТВЯНКА

М. Ю. Сулова, Е. В. Суханова

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [suslova@lin.irk.ru](mailto:suslova@lin.irk.ru)

Вблизи оз. Байкал расположены многочисленные населенные пункты, которые определяют уровень антропогенной нагрузки. Листвянка – это активная туристическо-рекреационная зона, поэтому прибрежная вода должна соответствовать установленным санитарно-микробиологическим нормам. Данные, полученные ранее, свидетельствуют о их превышении (Kravtsova et al., 2014; Timoshkin et al., 2016), следовательно, в этом районе контроль санитарно-микробиологических показателей становится актуальным.

В прибрежной воде района п. Листвянка в августе 2016 г. были проведены санитарно-микробиологические исследования проб воды на 7 станциях и реках Черемшанка, Крестовка. На каждой из станций отбирали поверхностную и придонную воду (глубина 3 м), а на береговой линии – интерстициальную (луночную). Пробы воды отбирали согласно ГОСТ 31942-2012.

Об интенсивности микробных процессов можно судить по результатам исследований полученных данных о численности следующих групп микроорганизмов: органотрофов, олиготрофов, психрофилов, амилолитиков, протеолитиков, фосфатрастворяющих, лецитинрасщепляющих и наличию целлюлозоразрушающих (ЦРМ). Так же определяли санитарно-показательные микроорганизмы: общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), энтерококки и коэффициент самоочищения экосистемы водоема (санитарные нормы регламентированы в нормативных документах РФ СанПиН 2.1.5.980-00 и МУК 4.2.1884-04).

Следует отметить, что в поверхностном водном слое численность всех групп микроорганизмов была в среднем в 3,5 раза выше, чем в придонном, с максимальными значениями на станциях «Магазин Прибой» и «Почта» и минимальными на «Байкал ТЭК» и «Судоверфь». Численность органотрофов в 2 раза выше количества олиготрофов (на всех станциях), что может свидетельствовать о повышении трофности исследуемого района озера. Микроорганизмы, обладающие амилазой, в водных пробах редки и малочисленны. Анаэробные ЦРМ обнаружили только в лунках, а аэробные ЦРМ, как в лунках, так и в пробах воды озера и р. Черемшанка.

Санитарные исследования выявили: 1) в прибрежных водах пос. Листвянка на двух станциях («Емельяновка» и «Музей») пробы поверхностной воды не соответствовали нормативам по количеству энтерококков, что свидетельствует о свежем фекальном загрязнении. На станции «Магазин Прибой» установлено, что коэффициент самоочищения ниже допустимого уровня, это указывает на загрязнение экосистемы хозяйственно-бытовыми сточными водами (процессы самоочищения не завершены); 2) воды рек Черемшанки и Крестовки не соответствовали нормам СанПин 2.1.5.980-00 по всем исследуемым показателям, кроме ОКБ для р. Крестовки, поэтому мы не рекомендуем использовать их в хозяйственно-бытовых, рекреационных и тем более в питьевых целях.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № 0345-2016-0003 по теме “Микробные и вирусные сообщества в биопленках пресноводных экосистем: таксономическое разнообразие, особенности функционирования и биотехнологический потенциал”.*

# БАЙКАЛ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А. Н. Сутурин

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [san@lin.irk.ru](mailto:san@lin.irk.ru)

Озеро Байкал – стратегический мировой ресурс чистой питьевой воды. 17 тыс. км<sup>3</sup> из 23 тыс. км<sup>3</sup> объема воды озера, т. е. глубинная байкальская вода, это резерв питьевого снабжения человечества на 4000 лет. Озеро Байкал – фабрика чистой питьевой воды. Ежегодно в озеро с реками вносится 60 км<sup>3</sup> в различной степени загрязненной воды. Она очищается биотой озера, насыщается кислородом. Безопасен для озера отбор в год 10 млн м<sup>3</sup> воды, это чуть больше 0,01 % стока р. Ангары.

Вода Байкала по всем параметрам соответствует мировым стандартам качества питьевой воды: Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Европейского экономического сообщества (ЕЭС), США, Германии, Франции, Швейцарии, России, Китая, Японии и других стран. Вода с глубин ниже 300 м изучается с 1990 г. Она стабильна по химическому составу, не меняется в течение сезона, не содержит патогенной микрофлоры.

Основным условием сохранения качества байкальской воды является соблюдение принципов патента «Способ производства глубинной байкальской воды», т. е. выбор точки водозабора с глубин более 300 м, на расстоянии не менее 1,5 км от берега, использование полиэтиленового трубопровода, специальных насосов, особой системы водоподготовки и т. д. Эксплуатация глубинного водозабора с 1991 г. в Листвянке согласно всем принципам патента обеспечила получение чистой «Воды Байкала» без единого сбоя по качественным характеристикам.

Вода из глубинных водозаборов оз. Байкал проанализирована во многих лабораториях мира. Получены заключения о соответствии стандартам качества воды ВОЗ, ЕЭС, Германии и России. Проверка роли антропогенного экологического стресса, проявленного в литоральной зоне оз. Байкал, во влиянии на зону «ядра» озера, представляющего глубинную воду, показало, что микробиологические и химические параметры состава остались неизменными. Зона загрязнения не распространяется за пределы 100-метровой зоны побережья. Подтвердилась обоснованность положений патента о стабильности состава глубинной байкальской воды вне зависимости от процессов в береговой зоне и на поверхности озера.

Развитие крупномасштабного производства расфасованной байкальской воды сдерживается высокой ценой доставки, соотношением стоимости упаковка – вода. Требуется разработка новых систем доставки байкальской воды потребителям. Трубопроводные поставки байкальской воды невыполнимы технологически и не эффективны экономически.

Необходимо продолжение исследований по качественным характеристикам воды, технологиям водозабора и водоподготовки, новым типам упаковки. Требуются обоснования биогеохимических критериев качества питьевой воды на примере оз. Байкал, воду из которого пили люди на протяжении многих тысяч лет.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО БАЙКАЛА

А. Н. Сутурин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [san@lin.irk.ru](mailto:san@lin.irk.ru)

Южная котловина оз. Байкал испытывает максимальный антропогенный пресс. Проявляется он во взаимодействии береговых и аквальных биогеоценозов. На каменной литорали протекают интенсивные биогеохимические процессы, являющиеся одним из важнейших факторов формирования биоразнообразия и биопродуктивности бентосных сообществ. Литоральная зона оз. Байкал подвержена влиянию антропогенной деятельности, т. к. прибрежные грунты не служат защитным геохимическим барьером от подземных вод различной степени загрязнённости. Расположенные в береговой зоне оз. Байкал промышленные предприятия, рекреационные объекты и поселения влияют на озерные экосистемы не только в локальных участках сброса вод, но и по всему побережью за счет площадного смыва загрязнений ливневыми водами и субаквальной разгрузки бытовых сточных вод.

Ландшафтно-геохимические исследования территорий побережья Южного Байкала позволили выделить 3 типа биогеоценозов: слабонарушенные, антропогенно загрязненные и промышленно преобразованные. К последним относятся промплощадки БЦБК и СЦКК. На них в результате комплексных исследований определены экологические риски и предложены технологии устранения опасностей для экосистемы оз. Байкал, как от природных, так и от техногенных угроз.

Определена роль микробиологического загрязнения литорали озера в изменении бентосных биоценозов. Выявлены источники загрязнений и предложены схемы модульных очистных сооружений, обеспечивающих выполнение жестких требований байкальского природоохранного законодательства.

Расширение рекреационной деятельности на оз. Байкал без развития природоохранной инфраструктуры, в том числе для круизных кораблей, становится нарастающей угрозой для литоральной экосистемы озера.

Экологический стресс для эндемичных гидробионтов литорали оз. Байкал выражается в смене бентосных биоценозов, исчезновении отдельных групп прикрепленных организмов (губки, лишайники).

Это явление наблюдается не только на побережье поселений, но и в наиболее посещаемых круизными судами бухтах и заливах озера. Наложение на микробиологическое и химическое загрязнение прогрева мелководной зоны побережья привело к масштабированию явления. Решение байкальских проблем требует не только комплексных экологических исследований, но и специальных инженерно-экологических разработок, новых технологий рекультивации и санации антропогенно нарушенных территорий, экологизации туристической и рекреационной деятельности.

# ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛА

Н. М. Сысоева, О. В. Сысоева

Отдел региональных экономических и социальных проблем  
Иркутского научного центра СО РАН, г. Иркутск;  
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [sysoeva@oresp.irk.ru](mailto:sysoeva@oresp.irk.ru), [st-olya@mail.ru](mailto:st-olya@mail.ru)

В настоящее время основным способом решения задачи сохранения уникальной экосистемы оз. Байкал является ограничение хозяйственной деятельности человека на прибрежной территории [1, 2]. Социально-экономическое развитие подобного региона должно опираться на активизацию его человеческого потенциала, расширение секторов экономики, базирующихся на инициативе местного населения. Возможности адаптации локальных сообществ в условиях действия специальных режимов природопользования объективно ограничены.

Малый бизнес и индивидуальные предприятия в основном сконцентрированы в нескольких видах экономической деятельности: сельское хозяйство (Ольхонский район), торговля, предоставление услуг по размещению туристов, рекреационная деятельность и деятельность ресторанов и кафе. При этом часть услуг оказывается неофициально. Кроме того, к проблемам предпринимательства следует отнести сезонный характер перечисленных секторов, нехватку инвестиционных ресурсов, отсутствие узкоспециализированных профессиональных кадров, особенности законодательной базы при осуществлении какой-либо деятельности, в частности на территории ЦЭЗ озера.

Для прибрежной зоны Байкала характерны различные виды собирательства, осуществляемого на индивидуальном уровне либо в качестве дополнительных видов деятельности, однако в целом эта отрасль остается «в тени», что ограничивает возможности развития промышленной переработки недревесных ресурсов тайги [3]. Между тем сбор грибов, трав, корней, листьев и плодов, пригодных для производства фиточаев и травяных сборов, чайных напитков, ягодных сиропов и сухих витаминизированных напитков мог бы стать одной из ведущих отраслей производства.

На основе собирательства можно предложить еще один экономически перспективный и экологически безопасный для окружающей среды вид деятельности – производство натуральных косметических средств на основе растительных и эфирных масел, ягод, трав, байкальской воды и других органических компонентов.

«Зеленая» экономика при надлежащей институциональной и правовой организации может дать направления вовлечения населения в экономическую деятельность при заинтересованности сообществ в устойчивом воспроизводстве ресурсов. Для местного населения существуют как экономические (бренд Байкала, спрос, свободная рыночная ниша, малая инвестиционная емкость отрасли), так и природно-климатические (разнообразие лекарственных растений, распространенных на экологически чистой территории) предпосылки развития сбора и переработки недревесных ресурсов.

## **Литература.**

1. Об охране оз. Байкал : федер. закон от 01.05.1999 № 94-ФЗ (ред. от 28.06.2014) // Российская газета. – 2014. – № 146. – 3 июля.
2. Об утверждении перечня видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории: постановление Правительства от 30.08.2001 г. № 643 (с изм. от 02.03.2015) // Российская газета. – 2015. – № 52. – 13 марта.
3. Сысоева Н. М., Сысоева О. В. Проблемы развития предпринимательства в прибрежной зоне Байкала // География и природ. ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 144–150.

М. А. Тараканов

Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [mihaltar@mail.ru](mailto:mihaltar@mail.ru)

Одна из главных проблем промышленности Иркутской области – неблагоприятная экологическая обстановка на многих территориях с высоким уровнем индустриального развития. Она обусловлена загрязнением воздушного бассейна и водоемов промышленными выбросами и стоками, вырубкой лесов без проведения восстановительных мероприятий, крупномасштабными горными работами, разрушением береговой линии водохранилищ и др. Экологические проблемы области усугубляются тем, что при весьма низкой плотности населения на ее территории основная часть промышленности сосредоточена в нескольких густонаселенных ареалах. В связи с этим особенно показателен Иркутско-Черемховский район, где вдоль долины Ангары на расстоянии от 20 до 50 км друг от друга расположены 4 промышленных узла с развитой алюминиевой, химической, нефтехимической, электроэнергетической промышленностью и сотнями котельных, работающих на угле. Посмотрим, как сложилась ситуация с двумя наиболее существенными элементами загрязнения природной среды промышленностью области выбросами вредных веществ и стоками.

**Выбросы.** На 1-м месте электро- и теплоэнергетика (ЭТЭ) – 54 % всех выбросов промышленности. На втором обрабатывающие производства (ОП) – 31 %, среди них на металлургию, химию, нефтепереработку и производство целлюлозы приходится около 90 %. 15 % – добыча полезных ископаемых (ДПИ). За десятилетие 2005–2015 гг. в ОП выбросы остались примерно на одном уровне, снизившись с 197 тыс. т в 2005 г. до 192 тыс. т в 2013 (годе, предшествующем текущему кризису). Но значительно в 1,4 раза (с 241 до 342 тыс. т) выросли в ЭТЭ. Особенно значительным (более 3 раз) рост был в ДПИ благодаря развернувшейся добыче нефти. Процент улавливания вредных веществ за рассматриваемый период в ДПИ сократился с 49 до 23 %, в ОП остался почти на прежнем уровне (87 и 86 %), снизился в ЭТЭ (с 84 до 81%).

**Стоки предприятий.** За рассматриваемый период они более чем в два раза снизились в ОП (2005 г. – 505 тыс. т, 2013 г. – 239 тыс. т) и немного в ДПИ – 35 и 34 тыс. т. Но значительно возросли в ЭТЭ – с 152 до 215 тыс. т (в 1,4 раза).

**Вывод.** Сдвиги в воздействии на природную среду промышленности Иркутской области скорее отрицательные, чем положительные. И это несмотря на прекращение работы Байкальского ЦБК, Химпрома в Усолье-Сибирском, ртутного электролиза в Саянске. Для кардинального исправления существующего положения нужны соответствующие усилия бизнеса и серьезные инвестиции.

### Литература.

1. Промышленное производство Иркутской области. 2015: Стат. сборник. – Иркутск: Иркутскстат, 2016. – С. 103.
2. Промышленное производство Иркутской области. 2013: Стат. сборник. – Иркутск: Иркутскстат, 2014. – С. 91.
3. Промышленное производство Иркутской области. 2008: Стат. сборник. – Иркутск: Иркутскстат, 2009. – С. 94.
4. Тараканов М. А. Промышленность Иркутской области в годы Российских экономических реформ. – Иркутск: Изд-во Иркутского госуниверситета, 2006. – 252 с.
5. Тараканов М. А. Перспективы промышленности Иркутской области // Экономист. – 2011. – № 1. – С. 52–63.
6. Тараканов М. А., Гусева М. М., Мелентьев Б. В. Оценка экономического развития Иркутской области в системе общероссийского прогноза // Проблемы прогнозирования. – 2016. – № 1. – С. 102–111.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПЛЕСКОВОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ (ПО ХИМИЧЕСКИМ КОМПОНЕНТАМ)

И. В. Томберг, М. В. Сакирко, Е. В. Моложникова, О. А Тимошкин

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [kaktus@lin.irk.ru](mailto:kaktus@lin.irk.ru)

Для изучения экологической ситуации в заплесковой зоне оз. Байкал в 2013–2016 гг. проведено семь экспедиций, во время которых отобраны пробы более чем на 30 постоянных станциях по периметру озера. На каждой станции пробы воды отбирали в приурезовой зоне (1 м от берега) и в придонном слое воды на глубине 1 м. Кроме того, на каждом пляже исследовали пробы интерстициальной воды из лунки, выкопанной примерно в 1 м выше уреза. Пробы проанализировали на содержание растворенного кислорода, биогенных элементов, органического вещества.

В период исследования концентрации биогенных элементов в заплесковой зоне оз. Байкал изменялись в широких пределах. Содержания фосфатов в интерстициальной воде колебались от нулевых значений до 120 мкг P/дм<sup>3</sup>. В июне высокие концентрации фосфатов и органического вещества в воде лунок часто были обусловлены разложением сезонных скоплений на побережье мертвого ручейника в период интенсивного вылета его имаго. Высокие концентрации фосфатов, отмеченные в сентябре на пляжах в поселках Култук, Голоустное, Листвянка, Сахюрта и Хужир указывают на антропогенное загрязнение побережья в этих районах. Суммарное содержание минеральных форм азота (аммонийной, нитратной и нитритной) в интерстициальной воде варьировало от 0,02 до 19 мг/дм<sup>3</sup> в июне, и от 0,01 до 7 мг/дм<sup>3</sup> в сентябре. В интерстициальной воде 25–30 % пляжей в июне при низком содержании растворенного кислорода (0–35 % нас.) и высоком содержании органического вещества (ХПК до 78 мг O/дм<sup>3</sup>) преобладал аммонийный азот в высоких концентрациях (до 12 мг N/дм<sup>3</sup>). На остальных пляжах как в июне, так и в сентябре в воде преобладал нитратный азот. Исключения составляют пляжи г. Северобайкальска, где круглогодичное доминирование аммонийного азота обусловлено анаэробными условиями, возникающими под постоянно присутствующими на берегу скоплениями разлагающегося детрита. Высокие значения минерального азота в интерстициальных водах регистрировали также на пляжах в поселках Максима, Хужир, Листвянка, Култук и г. Слюдянка.

В прибрежной воде (в приурезовой и придонной на глубине 1 м) концентрации биогенных элементов и органического вещества были значительно ниже, чем в интерстициальной воде пляжей. В июне концентрации фосфатов были выше (до 11 мкг P/дм<sup>3</sup>), чем в сентябре (менее 7 мкг P/дм<sup>3</sup>). Суммарное содержание минерального азота в период исследования менялось от 0,01 до 0,3 мг N/дм<sup>3</sup>. Как и для фосфатов концентрации азота в июне выше, чем в сентябре, что обусловлено внутригодовой динамикой содержания этих компонентов в байкальской воде и с поступлением при затоплении береговой полосы при повышении уровня озера. Среднее за период наблюдений содержание минерального азота выше в прибрежной воде у г. Байкальска, поселках Култук, Листвянка и Хужир. В районах с высокой антропогенной нагрузкой (Хужир, Максима, Сахюрта, Северобайкальск, Култук и др.) в прибрежной воде регистрировали достаточно высокие концентрации аммонийного азота (до 0,04 мг N/дм<sup>3</sup>), а в отдельные сезоны отмечали доминирование его над содержанием нитратов, что нехарактерно для хорошо аэрированных байкальских вод с высоким значением величины рН.

*Исследования выполнены в рамках проекта № 0345–2016–0009.*

## ДИНАМИКА ПОЧВЕННО-ПРОДУКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРЯДКОВ

Т. А. Трифонова<sup>1</sup>, Н. В. Мищенко<sup>2</sup>, Л. А. Ширкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва;

<sup>2</sup>Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, г. Владимир

E-mail: [tatrifon@mail.ru](mailto:tatrifon@mail.ru)

Постоянное наблюдение за состоянием растительного и почвенного покрова различных природно-территориальных комплексов является одной из задач экологического мониторинга объектов окружающей среды. *Цель настоящего исследования* заключается в комплексной сравнительной характеристике почвенно-продукционного потенциала речных бассейнов различных порядков с использованием наземных и дистанционных данных. *Объектами исследования* были речные бассейны различных порядков европейской части РФ, детальный анализ выполнен на примере ключевых речных бассейнов (Онега, Мезень, Ока, Воронеж, Сал, Самара). *Методы исследования.* Выполнение работы было основано на бассейновом подходе с использованием следующих методов: 1) авторская методика оценки почвенно-продукционного потенциала, который включает определяемые по материалам космической съемки индексы LAI (листовой индекс) и FPAR (характеризует поглощение фотосинтетически активной солнечной радиации), климатические показатели, данные о запасах гумуса; 2) статистические методы анализа временных рядов данных; 3) методы математического моделирования; 4) методы геоинформационного анализа (с использованием ArcGIS) наземных и дистанционных данных.

*Результаты.* Проведена оценка почвенно-продукционных речных бассейнов различных порядков. Самые благоприятные условия для накопления фитомассы среди ключевых бассейнов (согласно индексам LAI и FPAR) сложились в бассейне Оки и бассейне, сформированном притоком Оки – р. Клязьмой. Наименее эффективно используется фотосинтетически активная радиация в бассейне р. Сал (приток Дона). Высокие итоговые значения почвенно-продукционного потенциала характерны для рек Клязьма, Ока, Кама, Волга (в целом) и др., но структура этого показателя различна, потенциал может быть высоким, как за счет климатических параметров, так и показателей почвенного плодородия. Анализ цепных изменений позволил проследить стабильность временных рядов данных почвенно-продукционного потенциала и сгруппировать речные бассейны по особенностям темпа изменения за анализируемый период (2005–2015 гг.).

Разработана математическая модель стационарных состояний системы фитоценоз – почва в речном бассейне, основанная на применяемой в популяционной биологии и экологии нелинейной логистической функции роста. Показано, что продуктивность фитоценозов определяется не только фотосинтетической активностью растений, но и соотношением площадей лесных и луговых фитоценозов.

### **Литература.**

1. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В. Оценка почвенно-продукционного потенциала речных бассейнов с использованием данных дистанционного зондирования // География и природ. ресурсы. – 2016. – № 3. – С. 17–25.

2. Trifonova T. A., Shirkin L. A., Mishchenko N. V. Simulation of stationary states of a phytocenosis-soil system based on the example of the Klyaz'ma river basin // Eurasian Soil Science. – 2012. – Vol. 45, Iss. 8. – P. 793–801.

3. Trifonova T. A., Mishchenko N. V., Zhogolev A. V. Assessment of natural and man-made objects of the river basin in order to organize an environmental monitoring system // Modern Applied Science. – 2015. – Vol. 9, № 2. – P. 332–341.

# ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА СЕВЕРЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Г. Тюрюков

Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН,  
пгт Краснообск, Новосибирская область  
E-mail: [algt@inbox.ru](mailto:algt@inbox.ru)

В связи с промышленным освоением п-ва Ямал большие площади земель оказались нарушены. Природа Крайнего Севера ранима и медленно восстанавливается. Поэтому поиск путей проведения биологической рекультивации в данном регионе особенно актуален с экологической точки зрения [1].

Работы по биологической рекультивации проводились на территории Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения, которое является крупнейшим на Ямале. Территория района проведения рекультивационных работ находилась севернее Полярного круга. В регионе повсеместно распространена многолетняя мерзлота, талые грунты встречаются только под крупными реками и озерами.

Климат региона субарктический, избыточно влажный. Самый теплый месяц – июль, среднемесячная температура воздуха составляет 7,3 °С. Продолжительность безморозного периода – 53 дня. Сумма осадков за год – 400 мм. Наиболее благоприятные условия тепло- и влагообеспеченности в регионе наблюдались в 2013 г.

Почва опытного участка – отвалы гидронамывного грунта, взятого со дна крупных озер. Механический состав – супесь. Использовалась травосмесь злаковых многолетних трав. Среди злаковых многолетних трав наибольшим адаптивным потенциалом обладает костреца безостый [2–5]. Общая норма высева семян травосмеси составила 80 кг/га: костреца безостого – 50 кг/га, тимopheевки луговой – 20 кг/га, овсяницы красной – 10 кг/га.

Для проведения посева семян многолетних трав и рядкового внесения минеральных удобрений (NPK)<sub>60</sub> использовали сеялку СЗТ-3,6А в агрегате с гусеничным трактором Т-170. Глубина заделки семян составила 1-2 см. Посев провели 17 июля 2011 г.

В год посева высота растений не превышала 10 см. На месте длительного стояния поверхностных вод отмечалась значительная гибель растений от вымокания. На второй год жизни фазы выметывания многолетние злаковые растения не достигли. Глубина проникновения корневой системы растений составила 18–22 см.

На третий год наиболее мощно развивались растения костреца безостого: высота их достигала 64 см, количество побегов составило 78 шт./м<sup>2</sup>, глубже проникновение корневой системы – 39 см; наименее у растений овсяницы красной: 39 см, 39 шт./м<sup>2</sup> и 35 см, соответственно. Проективное покрытие травостоя составило 40–60 %. Глубина оттаивания гидронамывного грунта составила 55–80 см.

Исследования показали, что генеративные побеги у злаковых многолетних трав в тундре Заполярного Ямала формировались только на третий год жизни травостоя. Их цветение наступало не ранее 5–10 августа, даже в наиболее благоприятный по теплообеспеченности 2013 г. В условиях субарктического климата Заполярного Ямала семена злаковых многолетних трав не успевали вызреть.

Таким образом, исследования свидетельствуют о реальной возможности проведения биологической рекультивации карьеров гидронамыва грунта в условиях Заполярного Ямала. На рекультивированных участках образовалась плотная дернина и значительно меньше стала проявляться водная и ветровая эрозия почвы.

## Литература.

1. Биологическая рекультивация нарушенных земель на Ямале: Рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1994. – 48 с.

2. Тюрюков А. Г. Агротехнические приемы возделывания костреца безостого в условиях севера Бурятии: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2002. – 16 с.
3. Кашеваров Н. И., Осипова Г. М., Тюрюков А. Г., Филиппова Н. И. Результаты изучения костреца безостого *Bromopsis inermis* Leys и его использование в экстремальных условиях среды // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 6. – С. 14–17.
4. Кашеваров Н. И., Тюрюков А. Г., Осипова Г. М. Урожайность костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 11. – С. 81–83.
5. Kashevarov N. I. Investigation of the characteristics of smooth bromegrass (*Bromopsis inermis* Leys) biological traits for cultivation under extreme environmental conditions / N. I. Kashevarov, G. M. Osipova, A. G. Tyuryukov // Russian Agricultural Sciences. – V. 41, Iss. 1. – 2015. – P. 14–17.

## ОЦЕНКА ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА БАЙКАЛЬСКИХ ГУБОК МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ МАЛДИ

Г. А. Федорова, О. Ю. Глызина, Т. Н. Авезова, А. С. Беликова, О. В. Медвежонкова,  
О. А. Тимошкин

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [fgalina@mail.ru](mailto:fgalina@mail.ru)

Изучение пигментов симбиотических организмов, живущих в клетках губок, может служить одним из возможных путей диагностики состояния симбиотического сообщества губок (Baird, 2009). Наличие хлорофилла *a* – важный показатель состояния экосистемы, тесно связанный с уровнем загрязнения водоемов органическими и неорганическими веществами.

Масс-спектрометрия с десорбционными методами ионизации (ЛДИ, МАЛДИ, НАЛДИ) и ионизацией при атмосферном давлении (электрораспыление) широко используется для исследования низкомолекулярных органических соединений, в том числе и пигментов.

Исследования качественного состава пигментов проб выполнены с помощью масс-спектрометра MALDI-TOF/TOF, оснащенного твердотельным УФ-лазером с  $\lambda=355$  нм и рефлектроном (UltrafleXtreme, «Bruker Daltonics GmbH», Германия). В качестве органической матрицы для регистрации масс-спектров МАЛДИ использовали коммерческий 2,5-дигидроксиацетофенон (10 мг/мл в ацетоне). Для проведения MALDI-TOF анализа последовательно наносили на мишень 0,5 мкл образца и 0,5 мкл раствора матрицы, смешивали на мишени. Детектирование проводили при энергии лазера 40–45 % в режиме регистрации положительных ионов. Диапазон регистрируемых масс 500–3500 Да.

Образцы губки *Lubomirskia baicalensis* собраны с 5-8 метровой глубины в южной части оз. Байкал в 2015–2016 гг. (м. Берёзовый, пос. Большие Коты). Получены экстракты из 10 образцов внешне здоровых, 19 образцов внешне больных и 2 образцов внешне мертвых губок.

В результате проведенных исследований впервые дана характеристика качественного пигментного состава клеток байкальской губки. Идентифицировано 15 пигментов порфиринового ряда, включая их производные – бактериохлорофилл, хлорофиллы *a*, *b*, *f*, *d*, *c1*, *c2*, феофитины *a*, *b*, хлорофиллид *a*, протопорфирин IX, пиррофеофорбид *a* и феофорбид *a*. Наряду с ионами, отвечающими хлорофиллам *a* и *b*, на масс-спектре присутствуют ионы, соответствующие продуктам расщепления хлорофиллов (феофитины, хлорофиллиды, феофорбиды), т. е. показано, что изменения хлорофилла не останавливаются на стадии феофитина, а могут доходить до полного разрушения пиррольного кольца.

Таким образом, предлагаемый подход дает возможность быстрой оценки состояния губки.

### Литература.

1. Andrew H. Baird, Ranjeet Bhagooli, Peter J. Ralph, Shunichi Takahashi. Coral bleaching: the role of the host // Trends in Ecology and Evolution. – 2009. – Vol. 24, № 1. – P. 16–20.

## ЭКОСИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ (MIS 3–MIS 2)

Ф. И. Хензыхенова<sup>1</sup>, А. А. Щетников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ;

<sup>2</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [khenzy@mail.ru](mailto:khenzy@mail.ru), [shch@crust.irk.ru](mailto:shch@crust.irk.ru)

Исследование геологии и фауны палеолитических стоянок позволило реконструировать климат и палеосреду Байкальской Сибири во второй половине позднего плейстоцена (MIS3–MIS2). Основным компонентом фауновых ассоциаций были мелкие млекопитающие – надежный биоиндикатор ландшафтов и климата в прошлом. В Предбайкалье фауна археологических стоянок представляла собой смесь экологических индикаторов, ее виды являлись обитателями различных природных зон. Седименты, изученные на стоянках Большой Нарын и Герасимова и датированные каргинским временем, включали фауну с большой долей тундровых видов, и ее видовой состав отражал мозаичные ландшафты тундролесолугостепей и холодный, умеренно гумидный климат во время обитания древнего человека (Sato, Khenzykhenova et al., 2014). Фауна стоянки Мальты (MIS2) свидетельствует о распространении тундростепей и суровом климате в начале сартанского оледенения. Фауна же конца плейстоцена и послеледниковья указывает на более благоприятный климат, который становится теплее и влажнее (Khenzykhenova, 1999). Тундровых видов не было найдено в фауне датированных MIS3 стоянок Забайкалья. Соответственно фаунистическим данным в раннем сартанском периоде (MIS2) на днищах межгорных котловин Забайкалья преобладали сухие степи, климат был аридным, появление таежных видов и их значения произошло к концу плейстоцена, когда увеличилось распространение лесных массивов. Фауна MIS3 местонахождений юго-западного Прибайкалья была близка к Забайкальской отсутствием тундровых видов и доминированием индикаторов сухих степей и аридного климата. ЮЗ Прибайкалье было близко к Предбайкалью высокой долей лесных видов в отличие от Забайкалья. Распространение фауны демонстрировало особенности мозаичных ландшафтов с четко определенными зонами: лесо- и лугостепей вдоль речных долин, а сухостепных и полупустынных ландшафтов – на южных склонах гор. Климат был мягче, чем в Забайкалье, и теплее, чем в Предбайкалье (Khenzykhenova, Shchetnikov et al., 2016).

*Исследования поддержаны грантами РФФИ № 16-05-01096 и № 15-05-01858.*

### **Литература.**

1. Sato T., Khenzykhenova F. I., Simakova A., Danukalova G., Morozova E., Yoshida K., Kunikita D., Kato H., Suzuki K., Lipnina E., Medvedev G., Martynovich N. Paleoenvironment of the Fore-Baikal region in the Karginian Interstadial: Results of the interdisciplinary studies of the Bol'shoj Naryn site // *Quaternary International*. – 2014. – 333. P. 146–155.
2. Khenzykhenova F. I. Pleistocene disharmonious faunas of the Baikal region (Russia, Siberia) and their implication for palaeogeography // *Anthropozoic*. – 1999. – Vol. 23. – P. 119–124.
3. Khenzykhenova F.I., Shchetnikov A.A., Sato T., Erbajeva M.A., Semenei E.Y., Lipnina E.A., Yoshida K., Kato H., Filinov I.A., Tumurov E., Alexeeva N. Ecosystem analysis of Baikal Siberia using Palaeolithic faunal assemblages to reconstruct MIS 3 – MIS 2 environments and climate // *Quaternary International*. – 2016. – 425. – P. 16–27.

## РОЛЬ АТМОСФЕРЫ В ПРИХОДНОЙ ЧАСТИ ХИМИЧЕСКОГО БАЛАНСА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Т. В. Ходжер, Л. П. Голобокова, О. Г. Нецветаева, В. А. Оболкин

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [khodzher@lin.irk.ru](mailto:khodzher@lin.irk.ru)

Количественные оценки вклада основных источников поступления химических веществ в оз. Байкал важны для контроля и прогнозирования долговременных изменений химического состава его вод, продуктивности и стабильности экосистемы озера. Хотя качество и объем исходных данных для таких оценок не всегда достаточно репрезентативны, попытки расчетов приходной части химического баланса Байкала – речного стока и атмосферных выпадений – предпринимались в последние десятилетия прошлого столетия. Эти расчеты указывали на крайне малый вклад атмосферных выпадений большинства химических веществ на акваторию озера по сравнению с вкладом речного стока.

Исходным материалом для современного расчета атмосферных выпадений на акваторию озера послужили данные по содержанию компонентов в газообразных примесях, аэрозоле, осадках, снежном покрове, отобранных в режиме непрерывного мониторинга в течение многих лет на побережье Байкала, так и над акваторией озера в экспедициях на кораблях. Потоки сухого осаждения (аэрозольная и газовая составляющая) определены как произведение концентрации элемента в атмосфере на скорость его осаждения. Для годовых оценок влажных выпадений использовались данные по количеству осадков, снежного покрова и средневзвешенные значения концентрации отдельных компонентов в них, что позволило более корректно рассчитать атмосферную составляющую в химическом балансе озера. Для оценки вклада атмосферы в общее поступление химических элементов в озеро, расчет поступления элементов с речным стоком взят из работы (Granina et al., 2008). С учетом новых данных, вклад атмосферы в общее поступление химических элементов в Байкал изменился по сравнению с 70–80 гг. прошлого столетия. Однако и при использовании новых данных, вклад атмосферы по макроэлементам: кальцию, натрию, калию, сульфатам остается незначительным от 2 до 4 %. Расхождения по некоторым микроэлементам и тяжелым металлам более существенны: для цинка, кобальта, ванадия, свинца, меди потоки из атмосферы выше и составляют от 8 до 25 % от общего поступления в озеро.

Для Байкала важно поступление из атмосферы биогенных элементов, органического вещества (ОВ) необходимых для функционирования первичного звена экосистемы озера - фитопланктона. Их первые оценки свидетельствуют, что в 1950-х гг. с осадками на акваторию озера поступало: азота 2,1 тыс. т/год, фосфора – 0,13 тыс. т/год, ОВ – 241 тыс. т/год, что составляло около 30 % для азота, 14 % для фосфора, 4 % ОВ от приходной части в озеро (Вотинцев, 1961). Последующие исследования позволили дифференцировать территории на Байкале, где содержания в осадках биогенных элементов определяются естественными условиями, а где высока доля антропогенных источников. Атмосферная составляющая в восьмидесятые годы была для азота 3,8 тыс. т/год (45 %), фосфора 0,3 тыс. т/год (37 %), ОВ – 56 тыс. т/год (7 %). В конце 1990-х гг. она увеличилась для азота до 4,5 тыс. т/год, фосфора – до 0,4 тыс. т/год, ОВ – 67 тыс./т. Хотя абсолютные значения поступления в 90-е гг. были выше, чем 80-е, но их вклад в бюджет озера в процентном отношении уменьшился и составил для азота 36 %, фосфора 27 %, ОВ 10 %, что связано с увеличением выноса элементов с реками ввиду повышения их водности (Ходжер, 1988, Сороковикова и др., 2001). В настоящее время доля поступления биогенных элементов, органического вещества из атмосферы возросла и составила около 55 % для азота, 40 % для фосфора и 16 % для ОВ.

# ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ПРЕПАТЕЛЯРНЫМ БУРСИТОМ КОЛЕННОГО СУСТАВА У МУЖЧИН, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Д. А. Хрупа<sup>1,2</sup>, М. А. Аксельров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень;

<sup>2</sup>Тюменский ГМУ Минздрава России, г. Тюмень

E-mail: [d.a.khrupa@mail.ru](mailto:d.a.khrupa@mail.ru)

Низкотемпературный фактор внешней среды при длительном воздействии оказывает неблагоприятное влияние на человеческий организм. Коленные суставы и, особенно, их препателлярные бursы наиболее часто подвержены переохлаждению [1, 2]. Причинами этого являются особенности труда на открытом воздухе и нюансы существующей рабочей одежды [2]. В связи с выше изложенным, оценка влияния низкотемпературного фактора внешней среды на заболеваемость препателлярным бурситом коленного сустава среди мужчин, работающих в условиях Крайнего Севера, безусловно, актуальна.

**Цель исследования:** оценить влияние низкотемпературного фактора внешней среды на заболеваемость препателлярным бурситом коленного сустава среди мужчин, работающих в условиях Крайнего Севера.

Представленные в исследовании материалы основаны на наблюдениях за 1038 мужчинами возраста 30–40 лет имеющих рабочие специальности и работающие физически на открытом воздухе (сварщики, каменщики, монтажники, дорожные рабочие) и разделенных на две группы в зависимости от продолжительности воздействия на них низкотемпературного фактора внешней среды. В первую группу был включен 471 мужчина, проживающий постоянно на юге Тюменской области и не работавший вахтами, а во вторую – 567, постоянно проживающих в условиях Крайнего Севера не менее 5 лет. Диагностика препателлярного бурсита коленного сустава проводилась на основании наличия жалоб, клинического и ультразвукового обследования.

Заболеваемость препателлярным бурситом во второй группе обследованных в целом была в 3,9 раза выше, чем в первой. Среди монтажников во второй группе она была выше 3,7 раза, чем в первой. Заболеваемость среди каменщиков в первой группе была в 4,1 раза ниже, чем во второй. Среди дорожных рабочих заболеваемость во второй группе была в 3,8 раза, чем в первой. На основании выше изложенного мы видим четкую зависимость между длительностью воздействия низкотемпературного фактора внешней среды и ростом процента заболеваемости препателлярным бурситом среди работающих. Зависимостей между специальностью работающего и ростом заболеваемости препателлярным бурситом в целом во всех группах выявлено не было.

**Вывод:** воздействие низкотемпературного фактора внешней среды на мужчин, работающих в условиях Крайнего Севера, приводит к резкому росту процента заболеваемости препателлярным бурситом коленного сустава среди них.

## Литература.

1. Мальчевский В. А., Козел Н. П., Лазишвили Г. Д., Сергеев С. В., Суховой Ю. Г., Прокопьев Н. Я. Методы диагностики посттравматического гонартроза. – Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2011. – 236 с.

2. Мальчевский В. А., Петров С. А. Влияние низкотемпературного фактора внешней среды на заболеваемость гонартрозом у мужчин, работающих в условиях Крайнего Севера // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9, Ч. 4. – С. 692–694.

# РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-БАЙКАЛЬСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ

Л. И. Худякова<sup>1</sup>, О. В. Войлошников<sup>1</sup>, Е. В. Кислов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ;

<sup>2</sup>Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ

E-mail: [lkhud@binm.bscnet.ru](mailto:lkhud@binm.bscnet.ru), [evg-kislov@yandex.ru](mailto:evg-kislov@yandex.ru)

Вопросы экологической безопасности России стоят на повестке сегодняшнего дня. В стране накопилось огромное количество отходов, более 95 % из которых составляют отходы горного производства. С каждым годом объемы их неуклонно увеличиваются. Для снижения данных показателей необходимо переходить к рациональному экологичному недропользованию. Рассмотрим решение данного вопроса на примере освоения месторождений Северо-Байкальской рудной зоны.

Она расположена в юго-восточной части складчатого обрамления Сибирской платформы и содержит Чайский, Гасан-Дякитский, Маринкинский, Йоко-Довыренский и Авкитский массивы [1]. В состав месторождений данной зоны входит огромное количество магнийсиликатных пород в виде дунитов, перидотитов, оливиновых габбро, троктолитов, пироксенитов, верлитов, серпентинитов и др. Запасы их составляют миллиарды тонн. При освоении месторождений будет выделяться руда, содержащая Cu, Ni, элементы платиновой группы, а основная масса горных пород перемещаться в отвалы, так как практического применения они не имеют. Это приведет к загрязнению окружающей среды на прилегающих территориях. Поэтому актуальной задачей является вовлечение данных пород в производство. Одной из основных отраслей, использующих отходы, является отрасль стройиндустрии. Цель работы – решение вопросов утилизации отвальных пород Северо-Байкальской рудной зоны в производстве строительных материалов на примере магнийсиликатных пород Йоко-Довыренского массива.

Проведенные исследования показали, что дуниты, верлиты и троктолиты по нормам радиационной безопасности соответствуют I классу радиоактивности и могут использоваться для всех видов строительных работ. Щебень из данных пород имеет высокое качество и служит хорошей заменой традиционному гранитному щебню при получении бетонов повышенной водо- и сульфатостойкости [2]. Магнийсиликатные породы можно использовать в качестве минеральной добавки при производстве вяжущих материалов [3]. Добавляя породы в состав шихты для спекания, можно получить высококачественную строительную керамику [4].

Таким образом, практическое использование отвальных пород месторождений Северо-Байкальской рудной зоны позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду, а также решить вопросы рационального недропользования.

## **Литература.**

1. Кислов Е. В. Никеленосные ультрамафит-мафитовые интрузивы в рифтовых и островодужных структурах (Северобайкальская провинция): XI Всероссийское петрографическое совещание с участием зарубежных ученых “Магматизм и метаморфизм в истории земли” 24-28 августа 2010. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2010. – С. 301–302.

2. Худякова Л. И., Кислов Е. В., Войлошников О. В. Дуниты северного Прибайкалья и пути их использования // Горный журнал. – 2013. – № 10. – С. 4–6.

3. Худякова Л. И., Войлошников О. В., Котова И. Ю. Влияние механической активации на процесс образования и свойства композиционных вяжущих материалов // Строительные материалы. – 2015. – № 3. – С. 37–41.

4. Худякова Л. И., Войлошников О. В., Тимофеева С. С. Магнийсиликатные отходы горнодобывающей промышленности и технологии их утилизации. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2014. – 177 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИЙ  
ОЗОНА И ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ  
НА ФОНОВОЙ, СЕЛЬСКОЙ И ГОРОДСКОЙ СТАНЦИЯХ  
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ЗА ПЕРИОД С 2012–2016 ГГ.

О. И. Хуриганова, Л. П. Голобокова, В. А. Оболкин, В. Л. Потемкин, Т. В. Ходжер

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [Khuriganowa@lin.irk.ru](mailto:Khuriganowa@lin.irk.ru)

Проведены многолетние измерения концентраций озона и газовых примесей в трех районах на юге Восточной Сибири: Монды – фоновый район, Листвянка – сельская станция, г. Иркутск – урбанизированный район.

Измерения содержания озона и газовых примесей в приземном слое атмосферы проводились двумя методами: пассивным – на импрегнированные фильтры, и активным – с помощью ступенчатого блока фильтров, снабженного 4 типами фильтров. Газообразные примеси  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$  и  $\text{SO}_2$  рассчитывались из соответствующих ионов, определенных в экстрактах фильтров 2-4. По данным измерений 2012–2016 гг., полученных пассивным методом, годовой ход концентрации озона на всех трех станциях имел общий вид, характерный для многих районов северного полушария: максимум весной (апрель–май), минимум – осенью в сентябре–октябре [2–4]. Считается, что основной причиной весеннего максимума в годовом ходе концентрации озона являются крупномасштабные атмосферные процессы, вызывающие зимне-весенний приток озона из стратосферы в тропосферу. Выявлены четкие суточные колебания, которые определяются суточной динамикой солнечной радиации, выбросами промышленных предприятий и др.

Общее загрязнение атмосферы и особенно концентрации диоксидов серы и азота подвержены сезонным и межгодовым колебаниям. В Листвянке и Иркутске прослеживается сезонная динамика концентраций  $\text{SO}_2$ , подтвержденная двумя методами. Содержание газа возрастает в более холодные периоды и снижается в теплые. Отмечается высокая корреляция между концентрациями  $\text{SO}_2$  в г. Иркутске и пос. Листвянка. Концентрации азотной кислоты снижаются в газообразном состоянии 2011–2015 гг., однако содержание аммиака и диоксида серы на городской и сельской станциях увеличивается.

#### Литература.

1. Manual for sampling and chemical analysis. EMEP/CCC– Report 1/95/0–7726/. – June 1995. – 176 p.
2. Холявицкая А. А., Потёмкин В. Л., Голобокова Л. П., Ходжер Т. В. Измерения концентрации приземного озона пассивным методом // Оптика атмосф. и океана. – 2011. – Т. 24, № 9. – С. 828–831.
3. Хуриганова О. И., Оболкин В. А., Потемкин В. Л., Ходжер Т. В., Артемьева О. В., Голобокова Л. П. Концентрации озона в приземном слое тропосферы в урбанизированных, сельских и фоновых районах юга Восточной Сибири // Оптика атмосф. и океана. – 2015. – Т. 28, № 6. – С. 579–584.
4. Khuriganova O., Obolkin V., Akimoto H., Ohizumi T., Khodzher T., Potemkin V., Golobokova L. Long-Term Dynamics of Ozone in Surface Atmosphere at Remote Mountain, Rural and Urban Sites of South-East Siberia, Russia // Open Access Library Journal. – 2016. – № 3. – С. 1–9.

## КУЛЬТУРНЫЙ ЛАНДШАФТ БАРГУЗИНСКОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ: ЭТНОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Л. С. Цыдыпова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [Tsidipovaluda@mail.ru](mailto:Tsidipovaluda@mail.ru)

Богатый исторически и культурно ландшафт района исследования впитал в себя ряд символических, смысловых отпечатков наслоений в сознании местного социума, поэтому аналогии с научной классификацией природного и антропогенного ландшафта в данном случае не прослеживаются, так как территория здесь не только материально и хозяйственно освоена, но и культурно «одухотворена».

Баргузинское Прибайкалье рассматривается в границах Курумканского и Баргузинского административных районов Республики Бурятия и представляет собой полиэтничный культурный район. Специфика контрастности природной среды выразилась в сочетании рассеченных форм рельефа гор, окружающих днище долины р. Баргузин, а мезо– и микроклиматические условия котловины создали ряд мозаичных местообитаний, богатых биологическими ресурсами. Территория с древности заселялась этнически и лингвистически различными племенами, принадлежащими к нескольким хозяйственно-культурным типам; при этом каждое сообщество находило ресурсную базу жизнеобеспечения и ментально осваивало регион. На основе заимствования моделей жизнеобеспечения населяющих этнических групп сформировался сходный образ жизни. Данный факт является результатом длительного, тесного межэтнического общения и взаимодействия.

Таким образом, *этноэкологические традиции* в представлении населения Баргузинского Прибайкалья, проживающего в тесном контакте на протяжении нескольких поколений, объединяют систему почитаемых объектов, буквально пронизывающую всю территорию котловины на духовно-ментальном уровне и стандарты «правильного» поведения в пространстве, предписанные традициями этнических культур.

Сакральный ландшафт отражает комплексность религиозных представлений и мировоззрения местного населения, выраженных не только в восприятии сети культурных объектов, но и формировании территориальной идентичности, связанной с одухотворением пространства. Основополагающая роль этнокультурного ландшафта в сохранении и межпоколенной передаче механизмов этноэкологических традиций обживания пространства, связи традиционного и современного пластов этнических культур. Основная функция этнокультурного ландшафта территории – быть хранителем коллективной памяти, общих сакральных и повседневных смыслов пространства, адаптивных практик взаимодействия со средой и оптимального жизнеобеспечения и на этой основе обеспечивать сбалансированное развитие территории за счет крепости межэтнических коммуникаций и преемственности традиций. В ходе полевых исследований 2007–2014 гг. был проведен опрос среди местного населения о значимости этноэкологических традиций. Большая часть (85 %) граждан считает важным соблюдение традиций почитания священных мест для охраны окружающей среды.

Сохранение и восстановление этноэкологических традиций ландшафта позволяет развивать преемственность обживания пространства и адаптированных к природной и этнокультурной среде типов природопользования, укрепляя целостность местного общества, выстраивая опорные межэтнические коммуникации, что создает благоприятные условия для менеджмента и устойчивого развития.

## ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА В ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Е. П. Чебыкин<sup>1,2,3</sup>, А. В. Минаев<sup>1,2</sup>, В. В. Мальник<sup>1,2</sup>, И. В. Ханаев<sup>1,2</sup>, А. М. Кононов<sup>3</sup>,  
Е. С. Фереферов<sup>4</sup>, А. С. Гаченко<sup>4</sup>, Н. Н. Куликова<sup>1,2</sup>, Л. И. Фёдорова<sup>1,2</sup>,  
В.В. Минаев<sup>1,2</sup>, А. Н. Сутурин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск;

<sup>3</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск;

<sup>4</sup>Институт динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН,  
г. Иркутск

E-mail: [cheb@lin.irk.ru](mailto:cheb@lin.irk.ru)

В период 2011–2016 гг. в прибрежной акватории оз. Байкал обнаружены участки проявления экологического стресса, которые характеризуются замещением пояности типичных альгоценозов озера зарослями нетипичной нитчатой водоросли спирогира, гибелью ветвистых губок и водных лишайников, преобразованием литоральных био- и ихтиоценозов, ростом биомассы макрофитов, в том числе и элодеи.

Антропогенное воздействие на озеро в п. Листвянка может осуществляться через поверхностный сток (реки, площадной смыв), субаквальную разгрузку загрязненных подземных вод, таяния снежного покрова, сброс бытовых стоков поселков и фекальных вод круизных судов. Традиционными методами мониторинга оценить вклад всех этих возможных источников антропогенного влияния невозможно. Требуется комплексный инструментальный подход, который был реализован на акватории п. Листвянка, где впервые были обнаружены проявления экологического стресса.

Для выявления подземных стоков в озеро был применен метод электротомографии, данные которого заверялись бурением скважин и отбором проб на химический и микробиологический анализ. На всем побережье поселка в марте 2016 г. была проведена снежная съемка с определением в жидкой фракции 60 химических элементов методом ИСП-МС. Все реки и ручьи п. Листвянка обследованы *гидрогеохимическим методом*, сделана оценка их микробиологической обсемененности. Литоральная зона изучалась с помощью водолазов-гидробиологов, которые измеряли глубину, температуру воды, вели фото/видеосъемку по трансектам, отбирали пробы гидробионтов для биогеохимического анализа и пробы воды для многоэлементного, а также микробиологического анализа, который проводили как классическими методами, так и экспресс-методом с помощью тест-пластин Petrifilm (3М, США) на содержание бактерий, дрожжей и плесневых грибов. Исследования сопровождались детальной съемкой ландшафтов с помощью беспилотных летательных аппаратов. Созданная информационно-аналитическая система позволила получить модель рельефа зоны *побережье – акватория* и подготовить архитектуру информационного геопортала объекта п. Листвянка.

В результате комплексных мониторинговых работ показано, что главными факторами экологического стресса являются химическое и микробиологическое загрязнение подземных вод, субаквальная разгрузка которых способствует преобразованию эндемичных биоценозов литорали оз. Байкал.

## ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

А. В. Чеверикин, В. А. Верхозина

Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
г. Иркутск

E-mail: [lencha38rus@mail.ru](mailto:lencha38rus@mail.ru), [verhval@mail.ru](mailto:verhval@mail.ru)

Проведение научно-технических работ по организации мониторинга геодинамических процессов в районах нефтегазовых месторождений и производственной деятельности нефтегазодобывающих компаний обусловлено важностью решения эколого-экономических проблем. Это необходимо как с точки зрения охраны окружающей среды и возмещения ущерба при аварийных ситуациях, так и для получения информации о геодинамических процессах, которые могут привести к техногенным катастрофам.

Для выявления экологических проблем в качестве инструмента выполнения наблюдений геодинамических процессов, последствий или предупреждения аварийных ситуаций предлагается использовать метод воздушного лазерного сканирования (ВЛС) как самостоятельный метод или в сочетании с другими. Это один из самых современных методов одновременного контроля над загрязнением окружающей природной среды (земной поверхности, водных акваторий) и техническим состоянием объектов на всем протяжении тысячекилометровых водных и наземных нефтяных и газовых трасс.

При помощи лазерного сканера, установленного на борту движущегося воздушного судна, можно измерить множества точек, принадлежащих земной поверхности и объектам. Пространственная ориентация комплекса во время аэросъемочных работ осуществляется методом прямого геопозиционирования. GNSS (GPS/ГЛОНАСС) приемники и инерциальная навигационная система позволяют определить положение и ориентацию воздушного судна и лазерного сканера, установленного на нем, в режиме реального времени.

Преимущества воздушного лазерного сканирования: производительность на скорости 160 км/ч составляет около 200 км<sup>2</sup>/ч; максимальная эффективная частота сканирования до 500 000 точек в секунду; плотность сканирования от 4 до 25 точек на квадратный метр; независимость от освещенности и времени суток; возможность выполнения работ под облаками и в условиях дымки; нет необходимости разворачивать работы на земной поверхности в труднодоступной местности.

Таким образом, проведение мониторинговых наблюдений на основе 3D-моделей местности позволят выявить изменения геоэкологических условий, таких как нарушение естественного стока, водонасыщение грунтов, образование оползней, просадке или пучению грунта на отдельных участках. Выявление таких участков со сложными геологическими условиями при проектировании позволит уменьшить экологические риски. Также этот метод можно использовать для проектирования скважин, трубопроводов и других сооружений, тем самым возможно исключение инженерных геодезических изысканий или их части. Кроме того, на основе 3D-модели местности возможно моделирование последствий возникновения опасных природно-техногенных ситуаций, например последствия прорывов промысловых трубопроводных систем. Используя этот метод, возможно осуществлять мониторинг деформации земной поверхности на территории всего месторождения с высокой точностью за относительно небольшое количество времени.

## ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ КАК УЧАСТКА МИРОВОГО ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ

Н. Т. Чеверикина

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск  
E-mail: [nina38rus@mail.ru](mailto:nina38rus@mail.ru)

При содействии международных организаций Комитет ЮНЕСКО на своей сессии, состоявшейся в 1996 г., объявил оз. Байкал Всемирным наследием. Для того чтобы уникальный объект внесли в этот список, необходимо соответствовать хотя бы одному из четырех критериев. Байкал удовлетворяет всем и является в этом смысле уникальным. Помимо этого необходимо непосредственное желание страны, в которой находится территория, включить объект в перечень для защиты и сохранения. Присоединяясь к Конвенции, государство подтверждает, что объект Всемирного наследия представляет собой всеобщую ценность, и заявляет о готовности к международному сотрудничеству для его сохранения. Государство, согласно Конвенции, обязано обеспечить охрану озера его сохранение, популяризацию и передачу будущим поколениям. На 40-й сессии, которая проходила в 2016 г. в Стамбуле, комитет всемирного наследия ЮНЕСКО положительно оценил информацию о том, что согласно последним поправкам в Федеральный закон «Об экологической экспертизе» ОВОС федерального уровня будут необходимы для любого проекта строительства и реконструкции в пределах природного региона вокруг Байкала, и о том, что водоохранная и рыбоохранная зоны вокруг озера были расширены.

Правительство Российской Федерации утвердило границу водоохранной зоны озера. В ней запрещены: строительство, выпас скота, мойка машин, проезд автотранспорта по дорогам с грунтовым покрытием, захоронения и многое другое. Жизнедеятельность на Байкале просто запретили, вместо того чтобы грамотно ее организовать и контролировать. При правильно организованной структуре населенных пунктов (грамотной прокладке дорог, достаточной очистки сточных вод, раздельном сборе мусора и его утилизации, правильной эксплуатации автомобильного транспорта, в т. ч. на ледовых мероприятиях, когда на льду озера остается мусор, бытовые отходы, ГСМ и т. д., а также контроле туризма) обычная жизнедеятельность людей не сможет нанести непоправимый вред Байкалу, как неконтролируемые действия при тотальных запретах. В результате Минприроды РФ при поддержке общественности подготовило поправки к законопроекту о земле в границах водоохранной зоны оз. Байкал. Согласно этому документу, муниципалитеты будут исключены из границ объекта Всемирного природного наследия.

В последние годы растет поток туристов не только из России, но и из-за рубежа. Инфраструктура совсем не готова к увеличению числа туристов. Так к 2025 г. предполагается рост туристического потока в регионе до пяти миллионов человек в год. В связи с чем растет количество различных турбаз и небольших домов для аренды.

Комитет ЮНЕСКО с озабоченностью отмечает большое количество проектов по развитию туристической инфраструктуры, запланированных в специальных экономических зонах «Ворота Байкала» и «Байкальская гавань», просит наше государство предоставить в Центр всемирного наследия результаты оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) для каждой зоны.

Сегодня экосистема Байкала нуждается в нашем пристальном внимании при организации функционирования населенных пунктов, контроле туристических потоков и пр. Проблемы остаются все те же, нет централизованного вывоза ТБО и жидких бытовых отходов, вывоз производится в частном порядке. Отрицательное воздействие на экосистему озера оказывает также освоение земель в Байкальской природной территории. Необходимо решить ряд задач: при строительстве зданий применять новейшие технологии канализационных сетей, современные методы очистки и централизованный вывоз ТБО. Наше будущее неразрывно связано с Байкалом, поэтому наша ответственность перед человечеством – сохранить Байкал как участок всемирного наследия с уникальной природой.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ УЧЕТА СРЕДОВЫХ ФАКТОРОВ  
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А. К. Черкашин

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [akcherk@irnok.net](mailto:akcherk@irnok.net)

Принципы учета влияния средовых факторов в системах разного рода аналогичны принципу Гаусса наименьшего принуждения механики, базирующемуся на идее метода наименьших квадратов. Принцип Гаусса утверждает, что для любых истинных движений мера отклонения (принуждение) от свободного движения минимальна:  $S(x) = \sum_i m_i y_i^2 \rightarrow 0, y_i = x_i - x_{0i}$ , где  $x = \{x_i\}, x_0 = \{x_{0i}\}$  – характеристики истинного и свободного движения;  $y = \{y_i\}$  – мера принуждения;  $m_i$  – весовые коэффициенты. В моделях различного типа переменные  $x_i$  и значения  $m_i$  задаются по-разному. Пусть  $r$  – вектор состояния коренных экосистем зонального типа, например сформировавшихся таежных лесов на равнинах,  $r+x_0$  – состояние региональных экосистем в границах зоны,  $r+x$  – местных экосистем, например горно-таежной темнохвойной тайги. Вектор принуждения  $y = x - x_0$  отражает последствия совокупного влияния местных факторов среды на облик экосистемы.

Ограничения, что накладываются на  $x = \{x_i\}$ , называются связями, детерминруемые факторами среды – многообразием  $F = F(x)$ , для которого для ненарушающих связей значений  $y = \{y_i\}$  справедливо уравнение касательной в точке  $x_0$  в локальных (смещенных) координатах  $y = x - x_0$ :  $f(y) = F(x) - F(x_0) = a \cdot y = \sum_i a_i y_i$  (1),  $a_i = \frac{\partial F}{\partial y_i}$  Это уравнение конкретизирует аналитическое преобразование Лежандра  $F(x) = \frac{\partial F}{\partial x} \cdot x + \Phi(a)$  при величине функции  $\Phi(a) = F(x_0) - \sum_i a_i x_{0i}$  (2), интегрально характеризующей среду  $x_0$  и реакцию  $a = \{a_i\}$  системы. Первые интегралы уравнения (1)  $k_i = f / y_i, k_{ij} = y_i / y_j$  определяют множество нелинейных уравнений моделей вида  $k_i = W(K, K_i), K = \{k_i\}, K_i = \{k_{ij}\}$ , например уравнение кривой толерантности в экологии или уравнение Кобба-Дугласа, связывающее объемы с факторами производства в смещенных относительно среды показателях.

Другой метод основан на анализе перемещения открытых систем в среде  $F = F(t, x)$  по направлению  $t$ , например времени, что описывается уравнением  $\frac{dF}{dt} = G(t, x)$ , или  $\frac{\partial F}{\partial t} + \sum_i v_i \frac{\partial F}{\partial x_i} = G(x)$  (3) при  $div \cdot v = 0$ , где  $v = \{v_i\}$  – скорости изменения переменных  $x(t)$ . Уравнение (3) необходимо для прогнозирования изменения разнообразных функций связи во времени, в пространстве и по различным факторным характеристикам. В частности, при  $F(t, x) = p(t, x) - p_0$  и  $G(t, x) = -\alpha(p - p_0)$  получаем уравнение расчета рисков в разных географических ситуациях, где  $p(t, x) - p_0$  – интенсивность отказа системы функционировать, определенной относительно средовой нормы этой величины  $p_0$ ,  $\alpha$  – коэффициент старения системы.

Фундаментальным принципом, объединяющим разные подходы при моделировании экологических, экономических и иных систем, является возможность распространить свойства полного дифференциала функций связи переменных систем на окрестности  $y = x - x_0$  характеристик состояния среды  $x_0$  с задачей минимизировать квадрат меры принуждения  $y$ .

# ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Д. А. Черных<sup>1,2</sup>, Т. А. Климова<sup>1</sup>, О. В. Тасейко<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Институт экологии и географии Сибирского федерального университета, г. Красноярск;

<sup>2</sup>Красноярский филиал Института вычислительных технологий СО РАН –  
Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука», г. Красноярск;

<sup>3</sup>Сибирский государственный аэрокосмический университет

им. акад. М. Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: [da\\_chernykh@inbox.ru](mailto:da_chernykh@inbox.ru)

В структуре валового регионального продукта Красноярского края около 53 % составляет промышленность. Такая развитая индустрия, а также постоянно увеличивающееся количество автомобильного транспорта на улицах городов ведет к увеличению загрязнения окружающей среды, которое, в свою очередь, влияет на увеличение заболеваемости населения. В связи с этим наиболее актуальной является оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков заболеваемости населения от загрязнения атмосферного воздуха городов Красноярского края.

Целью данного исследования была оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков от загрязненного атмосферного воздуха населению муниципальных образований Красноярского края. Для оценки ингаляционных рисков использовалась информация о состоянии воздуха по данным государственной наблюдательной сети [1]. Расчеты выполнялись по единой методике согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04» [2].

Исследование проводилось для шести наиболее крупных городов края (Ачинск, Канск, Красноярск, Лесосибирск, Минусинск, Назарово) за период с 2003 по 2014 г. Оценивались уровни и динамика изменения канцерогенных (индивидуальные и популяционные) и неканцерогенных рисков, также выявлены органы-мишени, в наибольшей степени подверженные воздействию неканцерогенных загрязнителей атмосферного воздуха.

По результатам выполненных расчетов были сделаны следующие **выводы**:

1. От загрязнения атмосферного воздуха в основном страдают дыхательная система и органы зрения.
2. Выявлено, что наибольшему риску, обусловленному ингаляционным воздействием, подвергаются жители городов Красноярска и Ачинска.
3. Наибольшие значения индивидуальных канцерогенных рисков в городах Красноярского края наблюдались в 2009 г., что объясняется более высокими уровнями загрязнения в этот период.
4. Значительный вклад в формирование уровней неканцерогенных рисков вносят формальдегид и взвешенные вещества. На уровни канцерогенных рисков также в большей степени влияет формальдегид.

## Литература.

1. О состоянии и об охране окружающей среды в Красноярском крае в 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 гг.: Государственный доклад. – Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края. – 2016. – 314 с.
2. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс]: утв. глав. гос. сан. вр. Рос. Федерации от 5 марта 2004 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В ИРКУТСКЕ И НА БАЙКАЛЕ

Ю. В. Шаманский<sup>1</sup>, В. А. Оболкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, Росгидромет;

<sup>2</sup>Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [suv47@mail.ru](mailto:suv47@mail.ru), [obolkin@lin.irk.ru](mailto:obolkin@lin.irk.ru)

Автоматический мониторинг, благодаря более высокому, чем ручные методы, временному разрешению, позволяет отслеживать процессы загрязнения атмосферы в реальном масштабе времени. Такие наблюдения уже в течение нескольких последних лет ведутся в районе Иркутска (Росгидрометом) и на Байкале (Лимнологическим институтом СО РАН) с использованием приборов российского и зарубежного производства (табл.).

## Характеристики автоматических анализаторов загрязнения воздуха

| Параметр  | Диапазон                      | Погрешность, % | Технология                  | Марка и производитель                        | Российская сертификация |
|---|-------------------------------|----------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| <b>Станция Листвянка и измерения с судов (Лимнологический институт)</b> |                               |                |                             |  |                         |
| SO <sub>2</sub>   | 1–2000 мкг/м <sup>3</sup>     | ±25 %          | Хемиллюминесценция          | С310А «Оптэк» Россия                         | Имеется                 |
| NO <sub>2</sub> /NO   | 1–2000 мкг/м <sup>3</sup>     | ±25 %          | Хемиллюминесценция          | Р-310А «Оптэк» Россия                        | Имеется                 |
| CO  | 0,1–50 мг/м <sup>3</sup>      | ±20 %          | Электрохимическая           | К-100 «Оптэк» Россия                         | Имеется                 |
| CO <sub>2</sub>   | 60–2000 ppb                   | ±20 %          | Оптическая                  | Оптогаз-500 «Оптэк» Россия                   | Имеется                 |
| Hg <sup>o</sup>   | 0,5–2000 нг/м <sup>3</sup>    | ±20 %          | Оптическая                  | РА-915 «Люмэкс» Россия                       | Имеется                 |
| O <sub>3</sub>  | 1–2000 ppb                    | ±10            | Оптическая                  | Dylec-1007АНJ Япония                         | Нет                     |
| <b>Станции Иркутска и окружающих районов (Росгидромет)</b>              |                               |                |                             |  |                         |
| SO <sub>2</sub>   | 0–1000 ppb                    | ±10 %          | УФ-флуоресценция            | AF22, Environnement SA, Франция              | Имеется                 |
| NO <sub>2</sub> /NO   | 0–500 ppb                     | ±10 %          | Хемиллюминесценция          | AC32M, Environnement SA, Франция             | Имеется                 |
| CO  | 0,05–200 ppm                  | ±10 %          | ИК-поглощение               | CO12M Environnement SA, Франция              | Имеется                 |
| CH <sub>4</sub> ,<br>сумма УВ   | 0,05–1000 ppm                 | ±10 %          | Пламенная ионизация         | HC51 M, Environnement SA, Франция            | Имеется                 |
| O <sub>3</sub>  | 0–500 ppb                     | ±10 %          | УФ-фотометрия               | O <sub>3</sub> 42M Environnement SA, Франция | Имеется                 |
| Аэрозоль<br>PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>                        | 0,5–10 000 мкг/м <sup>3</sup> | ±20 %          | Поглощение β-радиоизлучения | MP101M Environnement SA, Франция             | Имеется                 |

*Информация с автоматических станций Росгидромета представлена в свободном доступе в Интернете <[www.feerc.ru/baikal/ru/monitoring/air](http://www.feerc.ru/baikal/ru/monitoring/air)>*

Применение автоматических методов позволило получить ряд качественно новых представлений о процессах загрязнения атмосферы. Наиболее важные из них:

- получены более полные данные об изменчивости концентраций загрязняющих веществ с временным масштабом от нескольких минут до сезонных и межгодовых;
- выявлен перенос шлейфов выбросов крупных ТЭЦ на Байкал со струйными воздушными течениями в пограничном слое атмосферы (на высотах от 300 до 1000 м);
- зарегистрирована быстрая реакция окислов азота с озоном в шлейфах ТЭЦ с образованием азотной кислоты, приводящей к закислению атмосферных выпадений на Южном Байкале и повышенному выпадению нитратов в бассейне озера.

# ЭВОЛЮЦИЯ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕЗКО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ ХРАНИЛИЩ «ТУВАКОБАЛЬТ», ХОВУ-АКСЫ)

Е. П. Шевко<sup>1</sup>, С. Б. Бортникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск;

<sup>2</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск

E-mail: [liza@igm.nsc.ru](mailto:liza@igm.nsc.ru), [BortnikovaSB@ipgg.sbras.ru](mailto:BortnikovaSB@ipgg.sbras.ru)

Фундаментальная проблема, обсуждаемая в докладе, заключается в расширяющихся масштабах гипергенного преобразования техногенного вещества (складированных отходов горно-обогатительной промышленности), увеличении подвижности токсичных и потенциально токсичных химических элементов во времени, формировании контрастных ореолов загрязнения в почвах. Существующая в настоящее время ситуация нахождения отвальных пород, хвостов обогащения руд, шлаков металлургической промышленности в прямом доступе окисляющим и транспортирующим факторам радикально изменила геохимический облик и историю территорий в горнорудных регионах не только в России, но и во всем мире.

Объект исследования – хранилища отходов комбината «Тувакобальт», перерабатывавшего арсенидные кобальт-никелевые комплексные руды уникального месторождения Хову-Аксы. Комбинат проработал с 1970 г. по 1991 г. и был остановлен из-за плановой убыточности производства. В результате за 20 лет производственной деятельности на промплощадке в пяти хвостохранилищах, называемых «картами», и десятке траншей складировано более 2 млн м<sup>3</sup> хвостов гидрометаллургического передела. За время хранения отходов первоначальный состав (как минеральный, так и геохимический) существенно изменился под влиянием окисляющих и разрушающих факторов. Хвостохранилища являются серьезным источником угрозы не только регионального загрязнения, запасы мышьяка в них составляют не менее 75 тыс. т при концентрации ~ 3,3 %. Хранилища находятся в непосредственной близости от р. Элегест, впадающей в Верхний Енисей.

Основная цель работы – создание модели миграции вещества хвостохранилищ в окружающую среду на основе изучения химического, минерального состава и экспериментальных исследований. Сделан прогноз распространения токсичных компонентов в окружающую среду и предложены методы рекультивации зараженных территорий.

В ходе исследования решены следующие задачи:

На основе подробного геохимического опробования объекта исследования (5 прудов захоронения, 10 траншей) определен современный химический и минеральный состав твердого вещества отходов и определена латеральная и вертикальная зональность по широкому кругу элементов (As, Sb, Co, Ni, Cu, Cd, Ag и др.), а также их формы нахождения. Получена оценка количества и процентной доли подвижных форм, способных переходить в водные растворы. Изучены прилегающие к хвостохранилищам территории: опробованы почвы, поверхностные (р. Элегест) и подземные воды (из скважин). На основе полученных материалов определены ареолы загрязнения и построены геохимические схемы, карты. Проведены экспериментальные исследования статического и кинетического выщелачивания компонентов из вещества отходов в разных физико-химических условиях.

*Работа выполнена в рамках государственного задания (проект 0330-2016-0001) и при поддержке РФФИ (17-45-170588 p\_a).*

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В КУЗБАССЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Е. А. Шерин

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [vampire\\_256@mail.ru](mailto:vampire_256@mail.ru)

Одним из ведущих индустриальных регионов России является Кемеровская область, на территории которой располагается Кузнецкий бассейн (Кузбасс), входящий в число крупнейших разрабатываемых каменноугольных бассейнов мира. Цикл производств, сложившийся на основе использования кузнецких углей, характеризуется в настоящее время как развитой комплекс со значительным вкладом в экономику Кемеровской области и России [1]. Кузбасс сегодня обеспечивает более 56 % общероссийской добычи каменных углей, в том числе около 83 % коксующихся марок. В самой Кемеровской области потребляется около 35 % от всего объема добываемого угля (более чем 200 млн т в год), почти 15 % вывозится на внутрироссийский рынок и более 50 % на экспорт [2]. Вместе с тем этот высокоиндустриальный район отличается относительно низким качеством жизни населения и кризисной экологической обстановкой. Основная причина этого заключается во многом в нерациональной структуре основополагающей отрасли Кузбасса – угольной: при гипертрофированном развитии ее первичных производств намного слабее представлены перспективные направления переработки. К тому же имеются проблемы экономического характера, заключающиеся в жесткой зависимости экономики области от мировых цен и спроса на уголь, а также высокой транспортной составляющей в цене кузнецкого угля.

Выходом из сложившейся ситуации должна стать модернизация угольного комплекса Кузбасса в сторону увеличения глубины переработки угля, внедрения малоотходных производств и поиска альтернативных железным дорогам путей его вывоза. Так, в целях недопущения дальнейшего ухудшения экологической обстановки при сжигании угля необходимо дальнейшее увеличение доли обогащения энергетического угля путем строительства новых обогатительных фабрик вблизи мест добычи угля. Важным направлением развития угольной промышленности Кузбасса должно стать внедрение экологически более чистых процессов газификации (в том числе, подземной) и полукоксования угля с целью частичной замены использования энергетического угля на теплоэлектростанциях и котельных полукоксом и угольным газом, что существенно облегчает решение как экологических, так и транспортных проблем. Альтернативным способом вывоза кузнецких углей может стать переработка угля в водоугольное топливо (ВУТ) с последующей передачей его по трубопроводам. Использование углепроводов экономически эффективней по сравнению с железнодорожными перевозками угля, а создание и использование ВУТ эффективней по сравнению со сжиганием в топках мазута, особенно учитывая непрекращающийся рост стоимости грузовых тарифов на железнодорожные перевозки угля и переменчивость цен на нефть. Применение ВУТ позволяет увеличить эффективность сжигания угля и утилизировать угольные шламы, снизить количество выбросов вредных веществ с продуктами сгорания [3]. К тому же к настоящему моменту уже имеется положительный практический опыт пользования углепроводами, как отечественный, так и зарубежный.

## **Литература.**

1. Шерин Е. А. Экономико-географический анализ развития угольного цикла производств Кузбасса // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2014. – Т. 10. – С. 115–124.
2. Шерин Е. А. Экономико-географический анализ развития угольного цикла производств Кузбасса за пределами Кемеровской области // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2015. – Т. 14. – С. 128–138.
3. Sunggyu Lee, James G. Speight, Sudarshan K. Loyalka. Handbook of alternative fuel technologies // CRC Press, New York. – 2007.

# РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕЧНЫХ ВОД В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА

П. П. Шерстянкин, М. Н. Шимараев, Л. Н. Куимова

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: [ppsherst@lin.irk.ru](mailto:ppsherst@lin.irk.ru)

Озеро Байкал находится в умеренной климатической зоне. В годовом ходе различают два крупных периода: ледовый и безледный. На ледовый период приходится малый приход воды с реками. В годовом ходе этот период падает на месяцы от декабря до середины апреля. В следующие месяцы, вторая половина апреля – октябрь, происходит основной приход речных вод от таяния снега в горах и атмосферных осадков. Особенности теплового стока рек и их смешения с байкальскими водами в условиях существования термобара определяют распространение смешанных байкальских и речных вод. Сила Кориолиса действует постоянно, отклоняя движущуюся массу в озерах вправо (в Северном полушарии) [1].

Основной особенностью пространственно-временных термохалинных структур вод Селенгинского мелководья на оз. Байкал является постоянное существование в весенне-летний период в прибрежной полосе дельты Селенги речных смешанных вод, значительно отличающихся по своим физико-химическим свойствам от вод открытого Байкала. Эти прибрежные воды имеют более высокую температуру, повышенные концентрации биогенных веществ, низкую прозрачность, обильное содержание планктона, являющегося пищей для рыб. Здесь же весной наблюдаются постоянные «привалы» омуля и имеются богатые рыбные промыслы [5–7].

На Селенгинском мелководье в мае–июне постоянно наблюдаются термические барьеры, вызванные большим стоком речных вод, их прогреванием весной (до 4 °С и выше). Они наблюдаются и в октябре при охлаждении воды (до 4 °С и ниже) [3], что характерно для всех крупных озер [1, 2]. Весенний термический барьер длится примерно 2 месяца, осенний – 1,5 месяца [4]. Весной в процессе взаимодействия с речными водами на термобаре участвует около 27 % от годового стока р. Селенги, в то время как осенью – всего около 10 %. В связи с длительным маловодьем в последние 20 лет значительно понизились и фактические объемы принимающих участие в смешении речных вод.

## Литература.

1. Forel F. A. Le Léman: monographie limnologique. – 1892. – Т. I. – 543 pp.
2. Тихомиров А. И. // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. – 1959. – Т. 91, № 5. – С. 424–438.
3. Шерстянкин П. П. Элементы гидрологического режима оз. Байкал // Тр. ЛИН СО РАН. – М.; Ленинград: Наука. – Т. V (XXV). – С. 29–37.
4. Шерстянкин П. П., Иванов В. Г., Куимова Л. Н., Синюкович В. Н. Водные ресурсы. – 2007. – Т. 34(4). – С. 439–445.
5. Верещагин Г. Ю. Докл. АН СССР, т. 1925 А, декабрь. – С. 161–164.
6. Яснитский В. Н. // Изв. БГНИИ при ИГУ. – 1926. – Т. III, в. 1. – С. 1–16.
7. Кожов М. М. Биология оз. Байкал. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 315 с.

МОНИТОРИНГ САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА БАЙКАЛ И УСТЬЕВ ВПАДАЮЩИХ В НЕГО КРУПНЫХ РЕК  
С 2010 ПО 2016 ГГ.

Ю. Р. Штыкова, М. Ю. Сулова, Т. Я. Косторнова, Е. В. Суханова, О. С. Пестунова,  
А. С. Ковадло, А. Д. Галачянц

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

E-mail: [tulupova@lin.irk.ru](mailto:tulupova@lin.irk.ru)

Проведена оценка санитарного состояния акватории оз. Байкал и его крупных притоков в период с 2010 по 2016 гг. Мониторинг санитарно-микробиологических показателей проводили ежегодно в начале июня после таяния льда и в летне-осенний период. Пробы поверхностных вод отбирали на 24 озерных и 12 речных станциях. Качество вод в озере оценивали по значениям индексных и индикаторных показателей фекального загрязнения: общих колиформных бактерий (ОКБ), термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ), энтерококков, и коэффициенту самоочищения (КС), допустимые значения которых регламентированы в нормативных документах РФ МУК 4.2.1884-04 и СанПиН 2.1.5.980-00.

Анализ данных семилетнего мониторинга показал, что санитарно-показательные бактерии присутствовали в водах оз. Байкал и его притоков на протяжении всего периода исследований. В 2010 г. их количество не превышало нормативных значений. В июне 2011 г. в озерных и речных водах средней и северной котловин озера количество ОКБ и энтерококков регистрировали выше допустимого уровня. В августе 2011 г. превышение количества ОКБ, ТКБ, энтерококков и низкий КС наблюдали уже по всей акватории оз. Байкал и его притоках. Санитарное состояние вод в июне 2012 г. также было неблагоприятным: превышение допустимого количества ОКБ и ТКБ детектировали в пробах, отобранных на юге озера и в большинстве речных проб. Ухудшение санитарного состояния вод озера произошло, вероятно, в результате высокой антропогенной нагрузки и эвтрофикации, отмеченных в данный период (Timoshkin *et al.*, 2016). Известно, что в эвтрофированных участках повышается концентрация биогенных веществ, что приводит к увеличению времени сохранения кишечных бактерий в воде (Gubelit, Vainshtein, 2011). В 2013 и 2014 гг. исследуемые показатели не превышали нормативные значения. В последующие годы исследований (2015 и 2016) незначительные превышения показателей регистрировали в некоторых пробах только в летне-осенний период. Следует отметить, что в сентябре 2016 г. в большинстве проб был выявлен низкий КС.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что воды оз. Байкал несут интенсивную антропогенную нагрузку, которая в последние годы неуклонно растет (Timoshkin *et al.*, 2016). При наличии дополнительных факторов, способствующих размножению и сохранению кишечных бактерий, способность вод озера к самоочищению снижается, поэтому использование его вод эпидемиологически небезопасно. Для того чтобы снизить масштабы фекального загрязнения, необходимо оборудовать поселки и базы отдыха канализацией и устройствами очистки сточных вод.

*Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0345-2016-0003 “Микробные и вирусные сообщества в биопленках пресноводных экосистем: таксономическое разнообразие, особенности функционирования и биотехнологический потенциал”.*

## ИМПЛАНТИРУЕМЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ МИКРОСЕНСОРЫ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СТРЕСС-МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ БАЙКАЛЬСКИХ АМФИПОД

Е. П. Щапова, А. Н. Гурков, Б. К. Бадуюев, И. В. Меглинский, М. А. Тимофеев

НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск  
E-mail: [shchapova.katerina@gmail.com](mailto:shchapova.katerina@gmail.com)

В последние годы мониторинг состояния экосистемы оз. Байкал особенно актуален в свете изменений, происходящих в озере (Moore et al., 2009; Timoshkin et al., 2015). Как глобальные климатические изменения, так и эвтрофикация связаны с изменением газового режима водоемов, в частности с повышением содержания растворенного углекислого газа и уменьшением содержания кислорода (Deutsch et al., 2015).

Небольшие размеры организмов, наиболее удобных для использования в биотестировании и экофизиологических работах, не позволяют проводить прижизненный отбор внутренних сред организма для динамического анализа его физиологического состояния. Это приводит к использованию в проводимых экспериментальных работах большего количества особей, что замедляет анализ. Решить данную проблему и совместить чувствительность метода к внутренним физиологическим параметрам организма с прижизненной оценкой состояния животного могут имплантируемые оптические микросенсоры.

В данной работе продемонстрирован метод оценки физиологического состояния байкальских эндемичных амфипод в условиях изменения газового режима с помощью имплантируемых флуоресцентных микросенсоров. В исследовании использовали массовый байкальский вид *Eulimnogammarus verrucosus*, в кровеносную систему которого вводили рН-чувствительные флуоресцентные микросенсоры. После акклимации к лабораторным условиям амфипод экспонировали при повышенном содержании углекислого газа, а также пониженном содержании кислорода и оценивали рН гемолимфы с помощью имплантированных микросенсоров. Показания микросенсоров сравнивали с содержанием лактата – одного из наиболее чувствительных стресс-маркеров.

В контрольной группе средний рН гемолимфы составлял примерно 8,17 на протяжении всех экспериментов, что согласуется показаниями рН-метра и литературными данными (Schründer, 2013). В результате воздействия изменений газового режима наблюдали закисление гемолимфы, сопряженное с повышением содержания лактата, что подтверждают показания микросенсоров. Полученные результаты открывают широкие перспективы дальнейшего развития данной технологии для ее применения в экофизиологических и экотоксикологических исследованиях на примере байкальских амфипод, а впоследствии – для разработки более эффективных методов экологического мониторинга оз. Байкал.

*Работа проведена при финансовой поддержке грантов РНФ № 15-14-10008 и РФФИ № 15-29-01003.*

### **Литература.**

1. Timoshkin O. A. et al. Mass Development of Green Filamentous Algae of the Genera Spirogyra and Stigeoclonium (Chlorophyta) in the Littoral Zone of the Southern Part of Lake Baikal // Hydrobiological Journal. – 2015. – V. 51, Iss.1. – P. 13–22.
2. Deutsch et al. Climate change tightens a metabolic constraint on marine habitats // Science, 2015. – Vol. 348. – P. 1132.
3. Schründer S. et al. Control of Diapause by Acidic pH and Ammonium Accumulation in the Hemolymph of Antarctic Copepods // PLOSone. – Vol. 8, Iss. 10, – P. 1–9.
4. Moore M. V. et al. Climate Change and the World's "Sacred Sea" — Lake Baikal, Siberia // BioScience. – 2009. – Vol. 59, N 5. – P. 405–417.

# ТИПОХИМИЗМ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК ФАКТОР ПРОГНОЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Г. А. Юргенсон

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита;  
Забайкальский государственный университет, г. Чита  
E-mail: [yurgga@mail.ru](mailto:yurgga@mail.ru)

1. В результате изучения минералого-геохимических особенностей 15 месторождений различных рудных формаций и соответствующих им природных и геотехногенных ландшафтов горнопромышленных районов Забайкалья установлено, что месторождения, являющиеся объектом разработки, были и остаются источниками определенных типоморфных ассоциаций химических элементов, образующих их токсикогенные концентрации. Содержания большинства изученных элементов (Cu, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, W, Sn, Ce, Mo, Sn) в техноземах геотехногенных ландшафтов существенно превышают кларки и ПДК. Наибольшим распространением из химических элементов, высокие содержания которых представляют экологическую опасность, в изученных ландшафтах пользуются As, Pb, Zn, Sb, Cd и Bi. Сквозным элементом для всех рудных формаций, кроме вольфрамовых и собственно молибденовых, является As; для полиметаллических, золоторудных, за исключением обогащенных висмутом, и грейзеновых вольфрамовых, – сурьма; для вольфрамовых, олово-полиметаллических, золото-кварц-молибденовых, золото-сульфидно-кварцевых – висмут. Pb является сквозным для всех полиметаллических формаций. Наиболее опасный Cd типичен для всех формаций, кроме золоторудных и молибденовых.

2. Показано распределение химических элементов в геотехногенной системе: продуктивный минеральный комплекс (руда + рудовмещающие горные породы) → почва → технозем → растения. Установлено, что наиболее важной из подвижных форм Mo, Zn, Cu, Pb, Cd в техноземах является ионообменная водо-кислоторастворимая, в существенно меньшей мере элемент-органическая. Обобщены данные о содержании в растениях геотехногенных ландшафтов As, Cr, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Sn и др. элементов и установлено, что их ассоциации соответствуют геохимической специализации рудного района и рудноформационной принадлежности рудных месторождений. Это позволило соотнести биогеохимические данные с минералого-геохимическими и использовать их для типизации ландшафтов.

3. В результате использования типохимического анализа данных о содержаниях всего комплекса химических элементов, содержащихся в компонентах геотехногенных ландшафтов, выявлено две группы типохимических ландшафтов: 1) мышьяковая ( $As \geq 300$  г/т) и 2) безмышьяковая ( $As \leq 300$  г/т). К первой относятся все геотехногенные ландшафты с золоторудным, олово-полиметаллическим и полиметаллическим оруденением, ко второй – молибденовые и вольфрамовые формации. Среди первых выделены мышьяково-сурьмяные и мышьяково-висмутовые, а также мышьяково-свинцовые, к которым отнесены ландшафты с полиметаллическим оруденением. Среди второй – молибден-сурьмяные, молибден-висмутовые и вольфрам-висмутовые.

4. Главными факторами, определяющими влияние добычи и переработки минерального сырья на окружающую среду, являются рудноформационная принадлежность, формы и размеры месторождения, способ разработки. Установлена прямая связь содержаний токсичных элементов в хвостохранилищах в зависимости от времени начала функционирования горных предприятий (период 1934–2007 гг.) и от совершенства технологии переработки и обогащения руд, возраставшего за более чем 70-летний период. Поэтому первоочередной утилизации подлежат хвостохранилища и другие склады горного производства, сформированные в 1930–1960 гг.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Н. Л. Якимова, Л. М. Соседова, В. С. Рукавишников

Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск

E-mail: [ynl-77@list.ru](mailto:ynl-77@list.ru)

Известно, что при свинцовой интоксикации страдают нервная и сердечно-сосудистая системы, нарушается обмен веществ [1, 2]. Метаболический синдром (МС) – распространенное заболевание. Значительная часть контингента с МС, являясь основным трудовым потенциалом, в дальнейшем может контактировать с химическим фактором.

**Цель работы** заключалась в моделировании метаболических нарушений в эксперименте и изучении их влияния на течение свинцовой интоксикации.

Гипотиреоз вызывали 21 сутки ежедневным пероральным введением крысам тирозола в дозе 50 мг/кг. Гиперлипидемию создавали добавлением к корму животных несоленого свиного сала по 8 г на животное в течение 16 дней, затем вводили обзидан. Гипергликемию моделировали внутрибрюшинным введением глюкозы в дозе 6 г/кг ежедневно на протяжении месяца. После создания МС особям 30 дней запаивали с питьевой водой ацетат свинца в дозе 50 мг/кг. Поведение животных изучали при помощи теста экстраполяционного извлечения (ТЭИ). ЭКГ записывали на кардиографе «Полиспектр-8/В». В сыворотке крови определяли показатели липидного спектра.

Свинцовая интоксикация как в сочетании с гипотиреозом, так и с гипергликемией приводила к 1,5-кратному уменьшению решивших задачу ТЭИ особей по отношению к 60 % животных после экспозиции ацетатом свинца. Со стрессом в тесте справилось лишь 30 % особей группы со свинцовой интоксикацией на фоне гиперлипидемии. В то время как токсикант вызывает нарушения обмена жиров [3], интоксикация в сочетании с гипотиреозом характеризовалась урежением ЧСС в 1,45 раза ( $p = 0,011$ ), удлинением расстояния между QRS-комплексами до 211,00 (196,00–253,00) МС по сравнению с 145,00 (133,00–149,00) МС у животных с воздействием свинца ( $p = 0,011$ ). Тогда как при свинцовой интоксикации на фоне гипергликемии ЧСС возросла до 421,00 (411,00–468,00) уд./мин по сравнению с 385,50 (359,00–399,50) уд./мин. особей со свинцовой интоксикацией ( $p = 0,005$ ), укоротилось расстояние между QRS-комплексами – 143,00 (128,00–146,00) МС по отношению к 160,00 (150,50–169,00) МС у животных с воздействием свинца ( $p = 0,007$ ). У этих же животных возрос индекс атерогенности ( $p = 0,013$ ). Отравление свинцом в сочетании с высокожировой диетой сопровождалось тахикардией ( $p = 0,010$ ) и нарушением внутрижелудочковой проводимости QRS ( $p = 0,041$ ), имелась тенденция к повышению уровня ХС ЛПНП по сравнению с животными с интоксикацией свинцом ( $p = 0,080$ ).

Результаты свидетельствуют об отягощающем влиянии МС на течение свинцовой интоксикации, модели могут быть применимы для изучения эффективности лечения.

## Литература.

1. Верич Г. Е. Влияние уксуснокислого свинца на системное артериальное давление и показатели ЭКГ // Врачебное дело. – 1984. – 5. – С. 112–114.
2. Клинико-токсикологическая характеристика свинца и его соединений / В. С. Кошкина, Н. Н. Котляр, Л. В. Котельникова, Н. А. Долгушина // Медицинские новости. – 2013. – № 1. – С. 20–25.
3. Рукавишников В. С. Липидный обмен при воздействии производственных факторов: учеб. пособ. / В. С. Рукавишников, И. В. Кудалева, С. Ф. Шаяхметов, Л. А. Бударина, О. Л. Лахман, Л. Б. Маснавиева, О. В. Попкова. – Иркутск: ИГМАПО, 2014. – 76 с.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ГЛОБАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТ ЗЕМНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Н. Г. Яковлев<sup>1</sup>, Е. М. Володин<sup>1</sup>, С. В. Кострыкин<sup>1</sup>, И. А. Чернов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт вычислительной математики РАН, г. Москва;

<sup>2</sup>Институт прикладных математических исследований Карельского НЦ РАН,  
г. Петрозаводск  
E-mail: [nick\\_yakovlev@mail.ru](mailto:nick_yakovlev@mail.ru)

Решение задачи долгосрочного прогнозирования состояния окружающей среды в условиях меняющегося климата и под воздействием антропогенного стресса невозможно без использования комплексных моделей Земной Системы (совместные модели динамики атмосферы, океана, суши, морского и материкового льда, которые называются климатическими моделями, и модели биогеохимических процессов в каждой из вышеперечисленных сред). Для иллюстрации возможностей современных моделей будут представлены результаты работ, проводимых в Институте вычислительной математики (ИВМ) РАН в сотрудничестве с другими организациями РАН и Роскомгидромета, с использованием разработанных в ИВМ РАН модели Земной Системы, и моделей Северного Ледовитого океана и Белого моря.

Модель Земной Системы ИВМ РАН [3] – единственная российская модель, участвующая в международном проекте по прогнозу изменений климата. Представлены результаты моделирования изменений климата в XXI в. с учетом антропогенных воздействий на климатическую систему, в том числе глобальные циклы углерода [1] и метана. Показано, что основной вклад в увеличение концентрации метана в атмосферу дает деятельность человека. Имеющийся в модели блок аэрозолей позволяет решать задачи прогноза отклика климатической системы на воздействия антропогенного характера – так называемый «геоинженеринг» [2]. Представлены примеры расчетов по компенсации парникового эффекта путем введения в стратосферу серосодержащих веществ. В качестве примеров использования совместных моделей динамики океана (моря) и биохимии моря представлены результаты по моделированию сценариев гипоксии в Северном Ледовитом океане при разрушении метангидратов на Сибирском шельфе и результаты детального моделирования биохимии Белого моря с помощью модели BFM [4].

## Литература.

1. Володин Е. М. Модель общей циркуляции атмосферы и океана с углеродным циклом // Известия РАН. ФАО. – 2007. – Т. 43. – № 2. – С. 3–18.
2. Израэль Ю. А., Володин Е. М., Кострыкин С. В., Ревокатова А. П., Рябошапко А. Г. Возможность геоинженерной стабилизации глобальной температуры в XXI веке с использованием стратосферных аэрозолей и оценка возможных негативных последствий // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 6. – С. 9–23.
3. Математическое моделирование Земной системы / Под ред. Яковлева Н. Г. — М.: МАКС Пресс, 2016. – 328 с. – ISBN 978-5-317-05435-9.
4. Vichi M., Cossarini G., Gutierrez Mlot E., Lazzari P., Lovato T., Mattia G., Masina S., McKiver W., Pinardi N., Solidoro C., Zavatarelli M. The Biogeochemical Flux Model (BFM): Equation Description and User Manual. BFM version 5 (BFM-V5). Release 1.0; BFM Report series N. 1. March 2013. – Bologna, Italy. – P. 87. – <http://bfm-community.eu>.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Т. Н. Авезова, О. Ю. Глызина, Г. А. Федорова, О. В. Медвежонкова, О. А. Тимошкин<br>ХЛОРОФИЛЛЫ СИМБИОТИЧЕСКИХ ВОДРОСЛЕЙ БАЙКАЛЬСКИХ<br>ГУБОК.....   | 3  |
| Д. К. Алексеев, В. В. Дмитриев МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ<br>ИЗМЕНЧИВОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЯ<br>ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ И МОДЕЛЕЙ ИНТЕГРАЛЬНОГО<br>ОЦЕНИВАНИЯ.....   | 4  |
| С. В. Алексеев, Л. П. Алексеева, П. А. Шолохов, А. И. Оргильянов, А. М. Кононов<br>КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПОСЕЛКА<br>ЛИСТВЯНКА (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗ. БАЙКАЛ).....   | 5  |
| А. А. Ананин КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ФЕНОЛОГИЯ ПРИЛЕТА ПТИЦ<br>НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БАЙКАЛА.....   | 6  |
| О. Ю. Антохина, П. Н. Антохин, М. Ю. Аршинов, Б. Д. Белан, Д. К. Давыдов,<br>Е. В. Девятова, Ю. В. Мартынова, В. И. Мордвинов, А. В. Фофонов<br>ЛЕТНЕЕ АТМОСФЕРНОЕ БЛОКИРОВАНИЕ В СИБИРИ И СВЯЗАННЫЕ<br>С НИМ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПОГОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ..... | 7  |
| С. Г. Аржанников, А. В. Аржанникова, А. В. Иванов, Е. И. Демонтерова<br>НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИРКУТНОГО СТОКА<br>ИЗ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ<br>ТУНКИНСКИХ ВПАДИН.....  | 8  |
| С. Г. Аржанников, А. В. Аржанникова, А. В. Иванов, Е. И. Демонтерова<br>ОПОЛЗНИ И ОБВАЛЫ КАК ПРИЧИНА КРУПНЫХ ГИДРОСФЕРНЫХ<br>КАТАСТРОФ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....  | 9  |
| А. В. Аржанникова, С. Г. Аржанников ВЗАИМОСВЯЗЬ ДИНАМИКИ<br>ЛАНДШАФТОВ ГОРНЫХ ДОЛИН ТУНКИНСКИХ ГОЛЬЦОВ<br>С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ И ТЕКТОНИЧЕСКИМИ<br>ПРОЦЕССАМИ НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ РЕКИ КЫНГАРГИ.....  | 10 |
| О. Ю. Астраханцева ХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЕЩЕСТВА ВОД<br>ОЗЕРА БАЙКАЛ И ВЕЩЕСТВА ПОТОКОВ ПРИРОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ<br>ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – МНОГОРЕЗЕРВУАРНАЯ СИСТЕМА.....  | 11 |
| О. Ю. Астраханцева ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ<br>ИЕРАРХИИ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ<br>ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ С ВЕЩЕСТВОМ<br>ПОТОКОВ ПРИРОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....                 | 12 |
| О. Ю. Астраханцева, О. Ю. Палкин ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ<br>МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО<br>ВЕЩЕСТВА В ЮЖНОМ, СЕЛЕНГИНСКОМ, СРЕДНЕМ,<br>УШКАНЬЕОСТРОВСКОМ, СЕВЕРНОМ РЕЗЕРВУАРАХ ОЗ. БАЙКАЛ.....                                | 13 |
| О. Ю. Астраханцева, О. Ю. Палкин ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ<br>АККУМУЛЯЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО<br>ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕЗЕРВУАРОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ.....  | 14 |
| О. Ю. Астраханцева, О. Ю. Палкин ГЕОХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ<br>ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО, СЕЛЕНГИНСКОГО, СРЕДНЕГО,<br>УШКАНЬЕОСТРОВСКОГО, СЕВЕРНОГО РЕЗЕРВУАРОВ ОЗ. БАЙКАЛ<br>К ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ.....  | 16 |
| О. Ю. Астраханцева, О. Ю. Палкин ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО<br>ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЕЩЕСТВА ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ И ВЕЩЕСТВА   |    |

|   |    |
|---|----|
| ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ИЗУЧЕНИИ ОЗЕРА БАЙКАЛ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЭТОГО УНИКАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ОБЪЕКТА .....  | 17 |
| Д. М. Аюшеева ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БАССЕЙНА РЕКИ СЕЛЕНГИ .....   | 19 |
| А. Э. Балаян, М. Н. Саксонов, А. Д. Стом БИОИНДИКАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙКАЛЬСКИХ ГИДРОБИОНТОВ-ЭНДЕМИКОВ .....   | 20 |
| А. С. Балыбина, И. Е. Трофимова ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ В ЗАБАЙКАЛЬЕ .....   | 21 |
| И. В. Балязин ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ .....   | 22 |
| И. В. Бардамова, С. Г. Дорошкевич ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВИДЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ .....  | 23 |
| Д. С. Бедулина, С. Калькоф, А. Н. Гурков, П. Б. Дроздова, М. А. Тимофеев, Т. Люкенбах ИДЕНТИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ СТРЕСС-ОТВЕТА У БАЙКАЛЬСКОЙ АМФИПОДЫ EULIMNOGAMMARUS CYANEUS DÜB. МЕТОДАМИ ПРОТЕОГЕНОМИКИ .....      | 24 |
| С. Ю. Белов ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЭКОСИСТЕМ ДИСТАНЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ В КОРОТКОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ РАДИОВОЛН .....   | 25 |
| Г. А. Белоголова, М. Г. Соколова, О. Н. Гордеева, М. В. Пастухов РОЛЬ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ В ТРАНСФОРМАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВАХ .....   | 26 |
| О. И. Белых, Е. Г. Сороковикова, М. А. Ивачева, И. В. Тихонова, А. В. Кузьмин, Г. А. Федорова МИКРОЦИСТИН-ПРОДУЦИРУЮЩИЕ ЦИАНОБАКТЕРИИ В ПЛАНКТОНЕ И БЕНТОСЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ .....                                  | 27 |
| Т. В. Бережных, Н. В. Абасов, В. М. Никитин, Е. Н. Осипчук, В. А. Савельев КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В XXI ВЕКЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РИСКИ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ .....                            | 28 |
| А. Ю. Бибаева АНАЛИЗ ПИРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОСИСТЕМЫ ПРИОЛЬХОНЬЯ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ .....   | 29 |
| И. Н. Биличенко ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ .....  | 30 |
| Е. А. Бондаревич, Г. Ю. Самойленко, Н. Н. Коцюржинская ИЗУЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЯХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ ИНВЕРСИОННЫМ ВОЛЬТАМЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ .....             | 31 |
| Г. О. Борисов ВАРИАНТЫ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЫ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ .....   | 32 |
| Е. В. Бухарова ФЛОРА ОСТРОВОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА .....  | 33 |
| И. В. Бычков, В. М. Никитин, Н. В. Абасов, Т. В. Бережных, И. И. Максимова, Е. Н. Осипчук РЕГУЛИРОВАНИЕ СТОКА В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ РЕШЕНИЮ ..... | 35 |

|  |    |
|--|----|
| О. В. Валеева ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА<br>НА РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БАЙКАЛЬСКОГО<br>РЕГИОНА .....  | 36 |
| Ю. В. Вантеева, С. В. Солодянкина СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ<br>ЛАНДШАФТОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ .....   | 37 |
| О. В. Василенко, Н. Н. Воропай ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА<br>ГОРНО-КОТЛОВИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО<br>ПРИБАЙКАЛЬЯ.....   | 38 |
| С. Н. Велисевич СОСНА КЕДРОВАЯ СИБИРСКАЯ НА СЕВЕРНОМ ПРЕДЕЛЕ<br>РАСПРОСТРАНЕНИЯ: СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ И КЛИМАТИЧЕСКИ<br>ОБУСЛОВЛЕННАЯ ДИНАМИКА .....  | 39 |
| К. П. Верещагина, Ж. М. Шатилина, Е. С. Задереев, А. Н. Гурков, М. А. Тимофеев<br>ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СРЕДЫ НА ТЕРМОТОЛЕРАНТНОСТЬ,<br>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ И ОБЩИЙ СТРЕСС-ОТВЕТ<br>У АМФИПОД <i>GAMMARUS LACUSTRIS</i> SARS ..... | 40 |
| В. А. Верхозина, Е. В. Верхозина ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА<br>НА БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В БАЛАНСЕ ЭКОСИСТЕМЫ<br>БАЙКАЛА.....   | 41 |
| Е. В. Верхозина ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА<br>ФЕРМЕНТОВ ЭНДОНУКЛЕАЗ РЕСТРИКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ,<br>ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ .....   | 42 |
| В. Н. Веселова, Л. Б. Башалханова, И. А. Башалханов О НИЗКОМ УРОВНЕ<br>СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ<br>САХА (ЯКУТИЯ)).....   | 43 |
| М. А. Вилор, Н. В. Вилор ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЗЕМНОЙ<br>ТЕМПЕРАТУРЫ И ГЕОТЕРМИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТА НА ТЕПЛОВЫХ<br>АНОМАЛИЯХ.....   | 44 |
| В. В. Виноградова ВОЛНЫ ТЕПЛА И ХОЛОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ<br>КАК ФАКТОР ДИСКОМФОРТНОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И КАЧЕСТВА<br>ЖИЗНИ.....   | 45 |
| С. И. Виолин, И. А. Дец ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ<br>КРУПНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ<br>БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА .....  | 46 |
| Е. Г. Вологина, М. Штурм ПОТОКИ ОСАДОЧНОГО ВЕЩЕСТВА В ЮЖНОМ<br>БАЙКАЛЕ .....   | 47 |
| А. Н. Воробьев ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ПО БАЗЕ ДАННЫХ НАСЕЛЕННЫХ<br>ПУНКТОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....  | 48 |
| Н. В. Воробьев КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ<br>В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА .....  | 49 |
| И. Б. Воробьева, Н. В. Власова, С. А. Макаров, О. В. Гагаринова, А. П. Софронов,<br>М. С. Янчук ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ<br>ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА<br>БАЙКАЛ.....                                   | 50 |
| В. И. Воронин, К. Г. Леви, Г. М. Ружников ПОТЕНЦИАЛ ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ<br>ХРОНОЛОГИЙ ДЛЯ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ В СИБИРИ.....  | 51 |
| О. В. Гагаринова, И. А. Белозерцева, Н. В. Власова, И. Б. Воробьева, Е. А. Ильичева,<br>М. В. Павлов ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ<br>В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ ПРИТОКОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ.....  | 52 |

|  |    |
|--|----|
| О. В. Гагаринова, Т. И. Заборцева ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ .....                             | 53 |
| Р. Ф. Галеев, О. Н. Шашкова СРАВНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ БИОЛОГИЗАЦИИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА .....                      | 54 |
| Д. Н. Гарькуша, Ю. А. Фёдоров, Н. С. Тамбиева, Ю. А. Андреев, О. А. Михайленко ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАНА И СЕРОВОДОРОДА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БАЙКАЛ .....   | 55 |
| А. Г. Георгиади, Е. А. Кашутина, И. П. Милюкова МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА ВОДЫ И ТЕПЛА КРУПНЕЙШИХ АРКТИЧЕСКИХ РЕК РОССИИ.....  | 56 |
| Д. П. Гладкочуб, К. Ж. Семинский, К. Г. Леви, Е. А. Козырева ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НА ПЛОЩАДИ БАЙКАЛО-МОНГОЛЬСКОГО РЕГИОНА.....  | 57 |
| О. Ю. Глызина, Т. Н. Авезова, А. А. Никонова, О. В. Медвежонкова, С. В. Базарсадуева, Л. Д. Раднаева, В. Б. Ицкович, О. А. Тимошкин БИОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ СТРЕССОВОГО СОСТОЯНИЯ <i>LUBOMURSKIA BAICALENSIS</i> .. | 58 |
| Ю. С. Глязнецова, О. Н. Чалая, С. Х. Лифшиц, И. Н. Зуева ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА .....   | 59 |
| Л. П. Голобокова, Т. В. Ходжер, В. А. Оболкин, В. Л. Потемкин, О. И. Хуриганова МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОВОГО И АЭРОЗОЛЬНОГО СОСТАВА АТМОСФЕРЫ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ .....  | 60 |
| Н. В. Головных, К. В. Чудненко, И. И. Шепелев ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМНОГО РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА .....  | 61 |
| О. Н. Гордеева, Г. А. Белоголова ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БИОДОСТУПНОСТЬ РТУТИ В ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....  | 62 |
| Е. П. Гордов, И. Г. Окладников, А. Г. Титов, А. З. Фазлиев ВИРТУАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СРЕДА ДЛЯ НАУК ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ.....   | 63 |
| А. Н. Горохов ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ ЯКУТИИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ОХРАНЫ В СИСТЕМЕ ООПТ .....   | 64 |
| С. В. Горячкин ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗЕМЛИ (ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ) .....  | 65 |
| В. И. Гребенщикова, Н. А. Загорулько ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВОДЫ ИСТОКА Р. АНГАРЫ (СТОК БАЙКАЛА) .....  | 66 |
| О. А. Григорьев, М. Е. Гошин, Ю. Г. Григорьев, В. А. Алексева, А. С. Прокофьева ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ СЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕРРИТОРИИ .....  | 67 |
| Ю. Г. Григорьев, О. А. Григорьев СОТОВАЯ СВЯЗЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕАЛИИ, ОЦЕНКА РИСКА, РЕКОМЕНДАЦИИ) .....   | 68 |
| А. Н. Громцев О ЛАНДШАФТНОЙ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ И МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ СОПРЯЖЕННОСТИ СИСТЕМ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ ...  | 69 |

|   |    |
|---|----|
| М. А. Гурская ВЛИЯНИЕ МИКРОУСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ<br>НА ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ СОСНЫ<br>ОБЫКНОВЕННОЙ НА СЕВЕРНОМ ПРЕДЕЛЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ .....  | 70 |
| М. А. Гурская, В. В. Кукарских, А. А. Григорьев ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВЕРХ-<br>НИХ ГРАНИЦ ЛЕСА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ .....  | 71 |
| Д. В. Дайнеко ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ<br>В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ .....   | 72 |
| В. И. Данилов-Данильян, А. Н. Гельфан, В. М. Морейдо, С. Р. Чалов<br>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЗМОЖНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ<br>В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ НА ВОДНЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СТОК<br>В ОЗЕРО БАЙКАЛ .....  | 74 |
| Г. А. Данчинова, М. А. Хаснатинов, А. В. Ляпунов, Н. А. Болотова, Э. Л. Манзарова,<br>И. С. Соловаров, К. С. Миловидов ЭПИДЕМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ<br>В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В УСЛОВИЯХ<br>РАЗВИТИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ<br>РОССИЯ – КИТАЙ – МОНГОЛИЯ ..... | 75 |
| А. В. Дарьин, И. А. Калугин, Д. Ю. Рогозин ДИНАМИКА УРОВНЯ ОЗЕР И<br>КЛИМАТА ЮЖНОЙ СИБИРИ НА АБСОЛЮТНОЙ ВРЕМЕННОЙ ШКАЛЕ<br>ПОСЛЕДНИХ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ .....  | 76 |
| Ц. Б. Дашпилов ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ<br>В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ<br>ТЕРРИТОРИИ .....   | 77 |
| В. В. Дмитриев, А. Н. Огурцов, С. В. Лобачева, В. С. Чистилина ИНТЕГРАЛЬНАЯ<br>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ<br>ГОРОДОВ, РЕГИОНОВ И ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РФ: АНАЛИЗ<br>ПРОБЛЕМЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ .....  | 78 |
| Ю. Н. Дмитриева ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБРАЗА И КАЧЕСТВА<br>ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ (НА ПРИМЕРЕ<br>ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ) .....  | 79 |
| А. А. Добрынина, Е. Н. Черных, В. А. Саньков, В. В. Чечельницкий<br>ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К СЕЙСМИЧЕСКОМУ<br>РАЙОНИРОВАНИЮ ТЕРРИТОРИИ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ .....   | 80 |
| З. Б.-Д. Дондоков, Г. О. Борисов ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ<br>РАЗВИТИЯ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ .....  | 81 |
| Б. Ч. Доржиев, О. Н. Очиров НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ<br>ЛЕСНЫХ СРЕД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОСЕКУНДНЫХ РАДАРОВ .....   | 82 |
| В. В. Дрюккер, А. С. Горшкова, С. А. Потапов, О. И. Белых КАЧЕСТВО ВОД ОЗЕРА<br>БАЙКАЛ: ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ БАКТЕРИОФАГОВ<br>В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГЛУБОКОВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ .....  | 83 |
| С. А. Дубровская СИСТЕМА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ<br>УРБОТЕХНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАН-<br>НОЙ КЛАССИФИКАЦИИ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ .....   | 84 |
| Е. П. Дыленова, С. В. Жигжитжапова, Т. Э. Рандалова, Л. Д. Раднаева<br>ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЭНДЕМИЧНОГО<br>ДЛЯ ФЛОРЫ СИБИРИ ВИДА <i>ARTEMISIA JACUTICA</i> DROB. ....   | 85 |
| О. В. Евстропьева ТУРИСТСКОЕ ОСВОЕНИЕ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ И<br>ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК<br>В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ<br>ТЕРРИТОРИИ .....   | 86 |

|   |     |
|---|-----|
| И. М. Ефимова, Ф. Л. Зуев ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУД И СКОРОСТЕЙ<br>ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ БАЙКАЛЬСКИХ ТЕРРАС<br>ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРАСОВОГО КОМПЛЕКСА<br>УШКАНЬИХ ОСТРОВОВ .....   | 87  |
| Н. В. Ефимова ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....  | 88  |
| Г. О. Жданова, Д. И. Стом, Э. Э. Василевич, Е. С. Чернуха, М. Ю. Толстой,<br>Ю. О. Горбунова ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ<br>ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ<br>ПО ЕГО ЭЛЕКТРОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ В МТЭ .....                      | 89  |
| Г. О. Жданова, Д. А. Юрьев, А. В. Кашевский, А. Ф. Лашин, М. Н. Саксонов<br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНСОРЦИУМОВ<br>В МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ.....  | 90  |
| С. В. Жигжитжапова, Л. Д. Раднаева ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ<br>НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРПЕНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛЫНЕЙ .....  | 91  |
| Е. А. Зилов, Л. С. Крашук, К. А. Онучин, Е. В. Пислегина, О. О. Русановская,<br>С. В. Шимараева, М. А. Тимофеев СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ<br>ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ ПО ДАННЫМ РЕЗУЛЬТАТОВ<br>70-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА .....        | 92  |
| В. В. Иванов СОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА АРКТИКИ И ЕГО<br>ВЛИЯНИЕ НА ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ .....   | 93  |
| Е. Н. Иванов ДИНАМИКА ЛЕДНИКОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ГОР ПРИБАЙКАЛЬЯ.....  | 94  |
| Ф. И. Ингель, Е. К. Кривцова, Т. Б. Легостаева, Н. А. Юрцева, В. В. Юрченко<br>ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ И ЕГО СВЯЗЬ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ<br>АТМОСФЕРЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ .....   | 95  |
| Е. А. Истомина, О. В. Василенко МЕТОДЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОЛЯ<br>ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ГОРНО-КОТЛОВИННЫХ ЛАНДШАФТОВ.....  | 96  |
| Е. Э. Калюжная ХРОНИЧЕСКАЯ ФТОРИСТАЯ ИНТОКСИКАЦИЯ<br>КАК ВОЗМОЖНЫЙ ФАКТОР В КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ .....   | 97  |
| Л. П. Капелькина РАЦИОНАЛЬНОЕ СКЛАДИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД –<br>ОСНОВА УСПЕШНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....  | 98  |
| А. Д. Китов ГИС-ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЛЕДНИКОВ И<br>ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ .....  | 99  |
| Н. В. Кичигина, Н. Н. Воропай ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ЭКСТРЕМУМЫ<br>В ЮГО-ЗАПАДНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ: ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА .....   | 100 |
| В. В. Козлов, Л. К. Алтунина, Л. А. Стасьева, В. А. Кувшинов ИССЛЕДОВАНИЕ<br>ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕФТЕВЫТЕСНЯЮЩЕЙ<br>НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАГУЩЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ НИНКА-3<br>В УСЛОВИЯХ ПЕРМО-КАРБОНОВОЙ ЗАЛЕЖИ УСИНСКОГО<br>МЕСТОРОЖДЕНИЯ ..... | 101 |
| Е. Э. Королькова МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ<br>ПРИБАЙКАЛЬЯ.....  | 102 |
| Н. Е. Красноштанова СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ<br>ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ СЕВЕРА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 103 |
| М. И. Кузьмин, Н. М. Сысоева, А. Н. Кузнецова РАЗВИТИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ<br>В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ НА ПРИНЦИПАХ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ.....   | 104 |
| Е. Н. Кузьминых СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОЛОГИЧНОГО<br>НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ<br>МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЕКОРАТИВНО-ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ.....   | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| Е. В. Куликова, Л. Н. Гордиенко ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ<br>НА ФОРМИРОВАНИЕ ОЧАГОВ БРУЦЕЛЛЕЗА В УСЛОВИЯХ<br>АРКТИЧЕСКОГО ЦИРКУМПОЛЯРА .....   | 106 |
| В. К. Лапердин МЕРОПРИЯТИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЮ<br>ЛИГНИНОСОДЕРЖАЩИХ И ЖИДКИХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ<br>НА ЮГО-ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ: ПРОГНОЗ, ЗАЩИТА ...  | 107 |
| Н. П. Ларина, Н. А. Клеусова, Т. Г. Полетаева ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ<br>ТОКСОКАРОЗА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ГОРОДА ЧИТЫ .....  | 108 |
| А. В. Ларионов, В. П. Волобаев АНЕУГЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ У ЖИТЕЛЕЙ<br>ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГОРОДА .....   | 109 |
| В. И. Левицкий КЛАССИФИКАЦИЯ УНИКАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ<br>ОБЪЕКТОВ .....   | 110 |
| В. И. Левицкий, И. В. Левицкий УНИКАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ<br>ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ .....   | 111 |
| Д. Ф. Леонтьев РЕАКЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ БИОТЫ НАЗЕМНЫХ<br>ЭКОСИСТЕМ НА ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ<br>ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ) .....   | 112 |
| С. И. Лесных, О. В. Мельникова ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ<br>ОПАСНОСТИ ЗАРАЖЕНИЯ КЛЕЩЕВЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ<br>НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 113 |
| С. Х. Лифшиц, Ю. С. Глязнецова, О. Н. Чалая, И. Н. Зуева ОСОБЕННОСТИ<br>ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ<br>КОМПЛЕКСОВ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) .....   | 114 |
| С. Х. Лифшиц, В. Б. Спектор, Б. М. Кершенгольц, В. В. Спектор МЕТАНГИДРАТЫ<br>АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ<br>СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА .....  | 115 |
| Ю. А. Лубяга, М. С. Трифонова, В. А. Емшанова, А. Н. Гурков, Д. В. Аксенов-<br>Грибанов, М. А. Тимофеев ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ<br>МЕХАНИЗМОВ СТРЕСС-АДАПТАЦИИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ<br>ОТДАЛЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ АМФИПОД <i>GMELINOIDES FASCIATUS</i><br>В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ..... | 116 |
| Е. В. Мадьярова, Д. С. Бедулина, Б. К. Бадугев, Д. В. Аксенов-Грибанов, М. Д. Димова,<br>В. А. Емшанова, Ю. А. Широкова, Ж. М. Шатилина, М. А. Тимофеев<br>РОЛЬ БЕЛКОВ ТЕПЛООВОГО ШОКА В АДАПТАЦИИ ГЛУБОКОВОДНЫХ<br>АМФИПОД ОЗЕРА БАЙКАЛ К БОЛЬШИМ ГЛУБИНАМ .....                           | 117 |
| В. С. Мазепа КЛИМАТОГЕННАЯ ДИНАМИКА ЛЕСОТУНДРОВОЙ<br>РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ<br>ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ. СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПАНСИЯ .....  | 118 |
| Е. П. Майсюк КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ<br>ЭНЕРГЕТИКИ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ .....   | 119 |
| Е. В. Максютлова ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА<br>НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ .....   | 120 |
| Е. В. Максютлова, Е. А. Истомина ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА<br>СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПРИБАЙКАЛЬЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ<br>КЛИМАТА .....   | 121 |
| Е. А. Мамонтова, А. А. Мамонтов, Е. Н. Тарасова ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКИХ<br>ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ .....  | 122 |
| Е. А. Мамонтова, Е. Н. Тарасова, А. А. Мамонтов СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ<br>ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В ОРГАНИЗМЕ ЖИТЕЛЕЙ КАК ПОКАЗАТЕЛИ   |     |

|  |     |
|--|-----|
| ДОМИНИРУЮЩЕГО ИСТОЧНИКА ТОКСИКАНТОВ НА ИЗУЧАЕМОЙ<br>ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ) .....  | 123 |
| Р. С. Мануева, Л. В. Охремчук ЙОДДЕФИЦИТНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ<br>В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ .....   | 124 |
| Е. Ф. Мартынович, В. П. Миронов, А. С. Емельянова ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ<br>ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ РУД,<br>ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....   | 125 |
| Л. Б. Маснавиева, И. В. Кудаева, Н. В. Ефимова ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ<br>ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ПОДРОСТКОВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ<br>ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ .....  | 126 |
| Л. Б. Маснавиева, М. Б. Негреева ОСОБЕННОСТИ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ<br>ПАТОЛОГИИ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ<br>ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ФТОРИСТЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ .....   | 127 |
| Ю. И. Мельников, В. В. Попов, П. И. Жовтук УНИКАЛЬНАЯ “ХОЛОДНАЯ”<br>ЗИМОВКА ОКОЛОВОДНЫХ И ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ В ИСТОКЕ И<br>ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ АНГАРЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО<br>ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА .....               | 128 |
| Н. М. Мещакова, М. П. Дьякович, С. Ф. Шаяхметов, О. А. Дьякович<br>ФОРМИРОВАНИЕ РИСКОВ НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И КАЧЕСТВО<br>ЖИЗНИ У РАБОТНИКОВ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА<br>ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ТРУДА ..... | 129 |
| Л. А. Михайлова, М. А. Солодухина, Б. В. Нимаева ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГО-<br>ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ .....  | 130 |
| Т. А. Михайлова, О. В. Калугина, Л. В. Афанасьева, О. В. Шергина<br>СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ .....   | 131 |
| Е. В. Моложникова, О. Г. Нецветаева, В. А. Оболкин, Т. В. Ходжер<br>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ АТМОСФЕРНЫХ<br>ВЫБРОСОВ НА АКВАТОРИЮ ОЗЕРА БАЙКАЛ .....   | 132 |
| Р. С. Мориц, В. И. Воронин ПРИМЕНЕНИЕ СКОЛЬЗЯЩЕГО<br>КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ<br>КЛИМАТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ<br>ХРОНОЛОГИЯХ .....  | 133 |
| Д. В. Московченко, А. Г. Бабушкин СИСТЕМА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО<br>МОНИТОРИНГА НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ<br>ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ .....  | 134 |
| И. И. Мохов, В. А. Семенов РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ<br>АНОМАЛИИ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА .....   | 135 |
| И. В. Мыльникова, Н. В. Ефимова, М. В. Кузьмина, В. И. Гребенщикова,<br>В. В. Парамонов МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ<br>ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....  | 136 |
| А. В. Мядзелец ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СОЦИАЛЬНОГО, МЕДИКО-<br>ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ<br>НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНАЯ<br>ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИЙ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА .....             | 137 |
| А. В. Мядзелец, Н. М. Лужкова МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ<br>ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ЭКОТУРИЗМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ<br>И СОХРАНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ С ОСОБЫМ РЕЖИМОМ ОХРАНЫ .....   | 138 |
| А. А. Мясников, Н. Н. Дундуков, М. Н. Овчинникова РАДИАЦИОННО-<br>ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО   |     |

|   |     |
|---|-----|
| ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА «РИФТ-3» И УСТАНОВЛЕНИЕ С НИМ<br>ПОВЫШЕННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ МЕСТНОГО НАСЕЛЕНИЯ.....  | 139 |
| А. А. Мясников, Н. Н. Дундуков, М. Н. Овчинникова<br>РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГИОНА ОЗЕРА БАЙКАЛ.....  | 140 |
| М. Б. Негреева, Л. Б. Маснавиева, Н. И. Арсентьева РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ<br>ИССЛЕДОВАНИЙ ДЕТЕЙ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ОПОРНО-<br>ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ<br>ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ..... | 142 |
| Л. А. Николаева, Л. П. Игнатьева, М. Ф. Савченков ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ<br>КАК ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ<br>ДИОКСИНСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ.....   | 143 |
| В. Н. Ноговицын ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ГЕОСИСТЕМ<br>ЛЕНО-АНГАРСКОГО ПЛАТО В ПЛИОЦЕНЕ.....  | 144 |
| М. А. Ноговицына ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ.....  | 145 |
| В. С. Овсянникова, А. Г. Щербаква, Л. К. Алтунина ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИЙ<br>ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ НА МИКРОФЛОРУ И СОСТАВ<br>НЕФТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ.....  | 146 |
| О. П. Осипова, Э. Ю. Осипов ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНОЙ<br>ЦИРКУЛЯЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДНИКОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....  | 147 |
| К. В. Павлюченко, Е. Н. Мартынова, Е. В. Жигулина СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ<br>ДОЛИННО-РЕЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....   | 148 |
| В. А. Панков, М. В. Кулешова, Г. А. Тюткина, Г. В. Бочкин ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ<br>ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ОТРАСЛЕЙ<br>ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ<br>ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ.....                            | 149 |
| А. И. Перфильева ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ФИТОСАНИТАРНОЕ<br>СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ.....  | 150 |
| Ю. А. Пирогов СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ<br>АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ.....   | 151 |
| И. Н. Пляскина ВЛИЯНИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ПРОРАСТАНИЕ<br>СЕМЯН И АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ <i>STIPA KRYLOVII</i> (ROSNEV) И<br><i>MELICA TURCZANINOWIANA</i> (OHWI).....   | 152 |
| В. И. Полетаева, М. В. Пастухов ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА<br>ПОРОВЫХ ВОД БАРЬЕРНОЙ ЗОНЫ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....   | 153 |
| Л. В. Помазкина НОВЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ<br>КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ<br>ПОЧВ НА СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА.....  | 154 |
| В. А. Преловский, Т. И. Знаменская СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ<br>ЛАНДШАФТА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ ..   | 155 |
| Б. А. Ревич РМ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЛНЫ КАК ПРИЧИНЫ<br>ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ.....  | 156 |
| И. А. Репина, А. Ю. Артамонов, М. Г. Гречушникова, В. С. Казанцев,<br>В. М. Степаненко ЭМИССИЯ МЕТАНА ИЗ СЕВЕРНЫХ ОЗЕР И<br>ВОДОХРАНИЛИЩ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ.....  | 157 |
| А. В. Рудиковский, Е. Г. Рудиковская, Л. В. Дударева ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ<br>ЗАСУХИ ЗОНЫ КОНТАКТА ЛЕСА И СТЕПИ ПРИСЕЛЕНГИНСКОГО<br>ЗАБАЙКАЛЬЯ НА ФОТОСИНТЕЗ ЯБЛОНИ СИБИРСКОЙ.....  | 158 |

|   |     |
|---|-----|
| И. В. Русских, Е. Б. Стрельникова, Е. А. Ельчанинова<br>МОНИТОРИНГ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОДОЕМАХ БАКЧАРСКОГО<br>РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 159 |
| Ю. В. Рыжов СОВРЕМЕННЫЕ ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ<br>И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....   | 160 |
| М. В. Рыльникова, В. С. Федотенко ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ<br>ОТКРЫТЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ С АВТОНОМНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ<br>ГОРНОТРАНСПОРТНЫМ КОМПЛЕКСОМ .....  | 161 |
| М. Ф. Савченков, Л. А. Степаненко ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ<br>НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ .....   | 162 |
| Е. А. Самойлова АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВ ПРИОЛЬХОНЬЯ .....   | 163 |
| Л. Х. Сангаджиева, О. С. Сангаджиева, Ц. Д. Даваева, А. А. Булуктаев<br>ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ И<br>ОРГАНИЧЕСКИМИ ТОКСИКАНТАМИ .....   | 165 |
| Б. Г. Санеев, И. Ю. Иванова, Т. Ф. Тугузова, А. К. Ижбулдин ПРЕДПОСЫЛКИ И<br>БАРЬЕРЫ СНИЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИКИ<br>В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ<br>ТЕРРИТОРИИ .....                 | 166 |
| Э. Д. Санжеев ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ<br>НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....  | 167 |
| В. Б. Свалова ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫМ РИСКОМ.....  | 168 |
| С. А. Седых, И. Н. Биличенко ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ<br>ГЕОСИСТЕМ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....   | 169 |
| М. Ю. Семенов, И. И. Маринайте, Л. П. Голобокова, О. И. Хуриганова, И. В. Томберг<br>ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ<br>УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИВОДНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА И<br>ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВОДЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ ..... | 170 |
| Е. С. Сердюкова, Д. С. Змазнев ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ СТАТУС РАБОТНИКОВ<br>УГОЛЬНЫХ ШАХТ С ПНЕВМОКОНИОЗАМИ И ВЛИЯНИЕ НА НЕГО<br>ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ ПРОТЕИНОВ ЛЕГОЧНОГО СУРФАКТАНТА .....  | 171 |
| О. В. Серебренникова, Е. А. Ельчанинова, Е. Б. Стрельникова<br>ОТРАЖЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В СОСТАВЕ ЛИПИДОВ<br>ТОРФА СЕВЕРА РОССИИ.....  | 172 |
| О. В. Серебренникова, Е. А. Ельчанинова, Е. Б. Стрельникова, Л. И. Сваровская<br>БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ И<br>МИКРООРГАНИЗМЫ В ОСАДКАХ ОЗЕРА ДОРНИНСКОЕ<br>(ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ).....                        | 173 |
| А. П. Сизых, А. И. Шеховцов КЛАССИФИКАЦИЯ, КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И<br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КОНТАКТА СРЕД<br>(РАЙОНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ).....   | 174 |
| А. В. Силаев ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ГЕОСИСТЕМ<br>ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ СТОЛЕТИЕ.....   | 175 |
| В. П. Смирнов ЭКОСИСТЕМНЫЕ БЛАГА И УСЛУГИ В МЕХАНИЗМЕ<br>РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....  | 176 |
| Н. А. Соболев, А. А. Тишков, Е. А. Белоновская ВЕЛИКИЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ<br>ПРИРОДНЫЙ МАССИВ КАК ОБЪЕКТ ПРИРОДООХРАННОГО<br>УПРАВЛЕНИЯ.....   | 177 |
| С. В. Солодянкина, Ю. В. Вантеева, Т. И. Знаменская, О. В. Евстропьева,<br>Е. А. Пономаренко ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ  |     |

|   |     |
|---|-----|
| ПРИБРЕЖНЫХ ГЕОСИСТЕМ ПРИБАЙКАЛЬЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....  | 178 |
| П. А. Солотчин, Э. П. Солотчина, Е. В. Скляр, И. В. Даниленко МЕЛКОВОДНЫЕ ОЗЕРА АРИДНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ: КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ И ДИНАМИКА ВОДНОГО БАЛАНСА..... | 179 |
| Л. М. Сороковикова, И. В. Томберг, В. Н. Синюкович МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОЗЕРО БАЙКАЛ С ВОДАМИ РЕКИ СЕЛЕНГИ.....                                     | 180 |
| А. П. Софронов РЕДКИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА КОТЛОВИН СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ .....  | 181 |
| Е. В. Софронова СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ЭНТОМОФАУНЫ ИЛЬМОВЫХ РОЩ В НИЗОВЬЯХ СЕЛЕНГИ.....  | 182 |
| В. Т. Старожилов ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В МОНИТОРИНГЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ В ПОЛИТИКЕ ТИХООКЕАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЦЕНТРА ШЕН ДВФУ .....                  | 183 |
| Г. Г. Суворова СЕКВЕСТРАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО УГЛЕРОДА ХВОЙНЫМИ ЛЕСАМИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА .....  | 185 |
| Е. В. Сугак ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА .....  | 186 |
| Л. А. Суменкова ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРАХОВАНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ КАК ЭЛЕМЕНТ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА) .....  | 187 |
| М. Ю. Сулова, Е. В. Суханова МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА ЛИСТВЯНКА.....  | 188 |
| А. Н. Сутурин БАЙКАЛ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ .....   | 189 |
| А. Н. Сутурин ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО БАЙКАЛА.....  | 190 |
| Н. М. Сысоева, О. В. Сысоева ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛА.....  | 191 |
| М. А. Тараканов ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....  | 192 |
| И. В. Томберг, М. В. Сакирко, Е. В. Моложникова, О. А. Тимошкин ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПЛЕСКОВОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ (ПО ХИМИЧЕСКИМ КОМПОНЕНТАМ) .....                          | 193 |
| Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, Л. А. Ширкин ДИНАМИКА ПОЧВЕННО-ПРОДУКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРЯДКОВ.....   | 194 |
| А. Г. Тюрюков ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА СЕВЕРЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 195 |
| Г. А. Федорова, О. Ю. Глызина, Т. Н. Авезова, А. С. Беликова, О. В. Медвежонкова, О. А. Тимошкин ОЦЕНКА ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА БАЙКАЛЬСКИХ ГУБОК МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ МАЛДИ .....  | 197 |
| Ф. И. Хензыхенова, А. А. Щетников ЭКОСИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ (MIS 3–MIS 2).....   | 198 |

|  |     |
|--|-----|
| Т. В. Ходжер, Л. П. Голобокова, О. Г. Нецветева, В. А. Оболкин РОЛЬ АТМОСФЕРЫ В ПРИХОДНОЙ ЧАСТИ ХИМИЧЕСКОГО БАЛАНСА ОЗЕРА БАЙКАЛ.....  | 199 |
| Д. А. Хрупа, М. А. Аксельров ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ПРЕПАТЕЛЯРНЫМ БУРСИТОМ КОЛЕННОГО СУСТАВА У МУЖЧИН, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА .....  | 200 |
| Л. И. Худякова, О. В. Войлошников, Е. В. Кислов РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-БАЙКАЛЬСКОЙ РУДНОЙ ЗОНЫ .....  | 201 |
| О. И. Хуриганова, Л. П. Голобокова, В. А. Оболкин, В. Л. Потемкин, Т. В. Ходжер ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОЗОНА И ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ НА ФОНОВОЙ, СЕЛЬСКОЙ И ГОРОДСКОЙ СТАНЦИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ ЗА ПЕРИОД С 2012–2016 ГГ. .... | 202 |
| Л. С. Цыдыпова КУЛЬТУРНЫЙ ЛАНДШАФТ БАРГУЗИНСКОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ: ЭТНОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ .....   | 203 |
| Е. П. Чебыкин, А. В. Минаев, В. В. Мальник, И. В. Ханаев, А. М. Кононов, Е. С. Фереферов, А. С. Гаченко, Н. Н. Куликова, Л. И. Фёдорова, В.В. Минаев, А. Н. Сутурин ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА В ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ....                          | 204 |
| А. В. Чеверикин, В. А. Верхозина ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ .....  | 205 |
| Н. Т. Чеверикина ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ КАК УЧАСТКА МИРОВОГО ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ.....  | 206 |
| А. К. Черкашин ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ УЧЕТА СРЕДОВЫХ ФАКТОРОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....   | 207 |
| Д. А. Черных, Т. А. Климова, О. В. Тасейко ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ .....  | 208 |
| Ю. В. Шаманский, В. А. Оболкин ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В ИРКУТСКЕ И НА БАЙКАЛЕ .....  | 209 |
| Е. П. Шевко, С. Б. Бортникова ЭВОЛЮЦИЯ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕЗКО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ ХРАНИЛИЩ «ТУВАКОБАЛЬТ», ХОВУ-АКСЫ)...  | 210 |
| Е. А. Шерин ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В КУЗБАССЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ...   | 211 |
| П. П. Шерстянкин, М. Н. Шимараев, Л. Н. Куимова РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕЧНЫХ ВОД В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ...  | 212 |
| Ю. Р. Штыкова, М. Ю. Сулова, Т. Я. Косторнова, Е. В. Суханова, О. С. Пестунова, А. С. Коваadlo, А. Д. Галачьянц МОНИТОРИНГ САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА БАЙКАЛ И УСТЬЕВ ВПАДАЮЩИХ В НЕГО КРУПНЫХ РЕК С 2010 ПО 2016 ГГ. ....                                  | 213 |
| Е. П. Щапова, А. Н. Гурков, Б. К. Бадурев, И. В. Меглинский, М. А. Тимофеев ИМПЛАНТИРУЕМЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ МИКРОСЕНСОРЫ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СТРЕСС-МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ БАЙКАЛЬСКИХ АМФИПОД.....   | 214 |

|   |     |
|---|-----|
| Г. А. Юргенсон ТИПОХИМИЗМ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК ФАКТОР ПРОГНОЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....   | 215 |
| Н. Л. Якимова, Л. М. Соседова, В. С. Рукавишников ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ..... | 216 |
| Н. Г. Яковлев, Е. М. Володин, С. В. Кострыкин, И. А. Чернов МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ГЛОБАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТ ЗЕМНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА .....                   | 217 |

*Научное издание*

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ РОССИИ**

**Тезисы докладов  
Всероссийской научной конференции**

(г. Иркутск – пос. Листвянка (оз. Байкал),  
25 июня – 01 июля 2017 г.)

Литературный редактор *Г.П. Созонтова*  
Дизайнер *И.М. Батова*

---

Подписано в печать 15.06.2017 г.  
Формат 60x90/16. Гарнитура Times New Roman. Бумага Ballet.  
Уч.-изд. л. 23,8. Усл. печ. л. 13,3. Тираж 200 экз. Заказ № 771.

Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1