

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА  
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

---

**ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПРОБЛЕМЫ  
СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ  
(в четырех томах)  
Том III**



Труды III Всероссийской научной конференции  
с международным участием  
(28 августа – 1 сентября 2017 г., Барнаул)



Барнаул 2017

УДК 556.01 + 556.02

ББК 26.22

В623

**Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды III Всероссийской научной конференции с международным участием: в 4 т. – Барнаул, 2017. – Т. 3. – 298 с.**

ISBN 978-5-9909722-3-0 (Т.3)

ISBN 978-5-9909722-9-2

В сборнике публикуются материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» (г. Барнаул, 28 августа – 1 сентября 2017 г.). Представленные на конференции доклады посвящены следующим направлениям: формирование водных ресурсов суши в условиях антропогенных воздействий; гидрологические, гидрофизические, экологические и биогеохимические процессы в водных объектах и на водосборах Сибири и их математическое моделирование; теоретические и прикладные аспекты экологического мониторинга природных и природно-техногенных комплексов; рациональное природопользование и охрана окружающей среды; трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии; проблемы управления водными ресурсами Сибири и Дальнего Востока.

В данном томе опубликованы статьи, представленные на секциях «Теоретические и прикладные аспекты экологического мониторинга природных и природно-техногенных комплексов» и «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды».

Издание рассчитано на широкий круг специалистов в области гидрологии, гидрохимии, гидробиологии, водной экологии, а также экологического мониторинга и рационального природопользования; преподавателей и студентов ВУЗов.

#### Редакционная коллегия:

Пузанов А.В., д.б.н.; Безматерных Д.М., к.б.н.; Зиновьев А.Т., д.т.н.; Кириллов В.В., к.б.н.; Винокуров Ю.И., д.г.н.; Красноярова Б.А., д.г.н.; Папина Т.С., д.х.н.; Трошкин Д.Н., к.ф.-м.н.; Рыбкина И.Д., к.г.н.

*При подготовке материалов к публикации сохранен авторский стиль изложения с минимальными редакционными правками, в основном пунктуации и орфографии. Ответственность за содержание материалов несут авторы.*

*Печатается по решению оргкомитета конференции и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-05-20220.*

ISBN 978-5-9909722-3-0 (Т.3)

ISBN 978-5-9909722-9-2

© Институт водных и экологических проблем СО РАН, 2017

© Коллектив авторов, 2017

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Платонова С.Г.<sup>1</sup>, Скрипко В.В.<sup>1,2</sup>, Стрельникова Т.О.<sup>3</sup>, Адам А.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия*

<sup>2</sup> *Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия*

<sup>3</sup> *Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово, Россия*

*e-mail: platonova@iwep.ru*

**Аннотация.** Для восстановления биоразнообразия угледобывающих регионов предложено выделять центры концентрации биологического разнообразия, как потенциальные источники биоматериала для восстановления экосистем, в непосредственной близости от угольных разрезов. Выделение следует проводить на основе оценки уязвимости природных ландшафтов к антропогенному воздействию и индекса редких видов растительности. В результате, для района Бунгуро-Чумышского месторождения Кемеровской области выделено три участка центров концентрации биоразнообразия. Контуры участков охватывают ведущие виды ландшафтов с низкой и пониженной уязвимостью и высоким значением индекса редких видов (6,4-9,1).

**Ключевые слова:** угольные месторождения, биоразнообразие, центры концентрации биоразнообразия, уязвимость ландшафтов, индексы редких видов.

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF COAL DEPOSITS

Platonova S. G.<sup>1</sup>, Skripko V. V.<sup>1,2</sup>, Strelnikova T. O.<sup>3</sup>, Adam A. A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia*

<sup>2</sup> *Altai State University, Barnaul, Russia*

<sup>3</sup> *Institute of Human Ecology SB RAS, Kemerovo, Russia*

*e-mail: platonova@iwep.ru*

**Abstract.** To restore the biodiversity of coal-mining regions, it is proposed to identify the centers of biodiversity concentration as potential sources of biomaterial for ecosystem restoration in the vicinity of coal mines. It should be made by means of the assessment of natural landscapes vulnerability to human impact and the use of index of rare plant species. For instance, in the area of the Bunguro-Chumyshsky deposits, Kemerovo oblast, three centers of biodiversity concentration were revealed. The sites' contours cover key types of landscapes with low and reduced vulnerability, and a high index of rare species (6.4-9.1).

**Keywords:** coal deposits, biodiversity, centers of biodiversity concentration, landscape vulnerability, rare species indices

**Введение.** Сохранение биоразнообразия относится к актуальным проблемам устойчивого развития промышленных регионов. В 2012–17 гг. в России действовал совместный Проект Программы развития ООН, Глобального экологического фонда, Министерства природных ресурсов и экологии РФ «Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора России», направленный на внедрение современных экологических подходов и технологий, способствующих сохранению биоразнообразия, в практику энергетических компаний. Одной из демонстрационных территорий реализации проекта стала Кемеровская

область, занимающая первое место среди регионов Сибирского Федерального Округа по добыче полезных ископаемых.

Одним из путей решения проблемы сохранения (восстановления) биоразнообразия наряду с функционированием особо охраняемых территорий может быть выделение в непосредственной близости от горнодобывающих предприятий участков, которые могут стать источником биологического материала для восстановления экосистем на нарушенных территориях – с последующей передачей этих территорий под охрану недропользователям.

Целью исследования было научное обоснование выделения в зоне действия угледобывающих предприятий участков естественных ландшафтов – центров концентрации биологического разнообразия – для его сохранения (восстановления). В качестве объекта рассматривался район Бунгуро-Чумышского угольного месторождения, характеризующийся высокой степенью антропогенной преобразованности территории.

**Материалы и методы.** Методологическую базу оценки исследуемой территории составил геоэкологический подход, широко используемый в последние годы для изучения экологического состояния геосистем (ландшафтов) и их компонентов [2 и др.]. Он опирается на положение о совместном и взаимообусловленном процессе взаимодействия природных комплексов и общества. Формой реализации геоэкологического подхода в настоящем исследовании является оценка уязвимости ландшафтов и уровня биоразнообразия.

Под уязвимостью ландшафтов (природных комплексов) к антропогенному воздействию понимается характеристика обратная устойчивости. Устойчивость ландшафтов – это способность системы к сохранению нормального функционирования путем самоочищения от продуктов техногенеза [3].

Оценка уязвимости ландшафтов, проведенная в рамках настоящего исследования, основана на сопоставлении в матричной форме показателей

степени антропогенной преобразованности и устойчивости ландшафтов. Результаты этой оценки были представлены ранее для Новокузнецкого района [4]. Антропогенная преобразованность в пределах ландшафтных контуров рассчитана с использованием средневзвешенного по площади коэффициента [2]. Оценка устойчивости природных ландшафтов к антропогенному воздействию основана на принципах и методических подходах к анализу состояния и устойчивости почв, ландшафтов и экосистем [3]. При этом для условий Кемеровской области экспертным путем было выбрано девять показателей устойчивости ландшафтов [4]: его геохимическое положение; крутизна склонов; степень гидроморфности почв; механический состав почвы; тип водного режима; мощность гумусового горизонта; содержание гумуса в почве; кислотность почвенного раствора; интенсивность биологического круговорота.

Оценка уровня биологического разнообразия базируется на выявлении таксономического разнообразия исследуемого района. Материалами послужили видовые списки флоры и фауны, составленные по полевым наблюдениям 2008–2015 гг. и данным анализа опубликованных литературных источников. В списках фауны ООПТ отражены результаты полевых исследований 2015 г. Д. В. Сущева, С. В. Лукьянцева. Оценка уровня биологического разнообразия включает анализ показателей и индикаторов состояния биоразнообразия популяционно-видового и экосистемного уровней [6]. Для анализа исследуемого угледобывающего района (УДР) экспертным путем отобран показатель – «индекс редких видов».

Индекс редких видов:  $ИРВ = \Sigma(N_i/C_i)$ , где  $N_i$  – число видов определенной категории редкости;  $C_i$  – категория редкости вида (по классификации, принятой в Красной книге Кемеровской области). Индексы редких видов определены как суммарные показатели всех таксонов, включенных в Красную книгу Кемеровской области [5].

Выделение участков – центров концентрации биологического разнообразия в зоне действия угледобывающих предприятий предлагается проводить на основе определения наименее уязвимых к антропогенному воздействию типов естественных ландшафтов с высоким потенциалом самовосстановления и высоким уровнем биоразнообразия – источника естественного биоматериала для распространения его на нарушенные земли. При этом в среде ArcGIS проводилось совмещение отдельных слоев ГИС-проекта – картосхемы уязвимости ландшафтов с рассчитанными для них индексами редких видов. Для разных типов естественных ландшафтов выделялись участки, примыкающие к отводам угледобывающих предприятий с низкой степенью уязвимости (устойчивые ландшафты с высоким потенциалом восстановления) и высоким значением индекса редких видов. Воздействие от угледобычи для района Бунгуро-Чумышского месторождения – по данным мониторинга [7].

**Результаты и обсуждение.** Бунгуро-Чумышское месторождение расположено в юго-западной части Новокузнецкого района Кемеровской области и представляет собой территорию длительного освоения. В природном отношении – это стык Салаира и Кузнецкого-Алатау. Территория расчленена долинами рек, относящихся к бассейну р. Оби: притоков Чумыша (на западе) и Томи (в центральной и восточной частях). Абсолютные отметки территории колеблются от 220 м до 475 м. Анализ структуры природных ландшафтов [по: 1] показал, что в районе Бунгуро-Чумышского месторождения преобладают волнистые расчлененные водоразделы с осиново-березовыми закустаренными колками в его восточной части и черневой пихтово-осиновой тайгой – в западной, а также прилегающие к ним пологие склоны, занятые березово-осиновыми лесами. На их долю в совокупности приходится 77,2% общей площади. Оставшаяся часть территории занята различными долинными ландшафтами, на которые приходится 22,8%.

Анализ структуры техногенного воздействия выявил в районе влияния Бунгуро-Чумышского месторождения следующие основные типы земель по хозяйственному использованию: земли горнодобывающего комплекса, селитебные территории, распаханые территории и прочие.

К наиболее существенной трансформации природных систем приводит функционирование горнодобывающего комплекса. Главными техногенными элементами на территории ключевого участка являются карьеры и отвалы, а так же объекты сопутствующей инфраструктуры. При осуществлении угледобычи происходит нарушение наиболее консервативных элементов естественного ландшафта – литогенной основы и рельефа. Изъятие угольных пластов сопровождается формированием новых сопряженных в пространстве отрицательных (карьеров) и положительных (отвалы) форм рельефа.

Селитебные территории характеризуются концентрацией разнообразной хозяйственной деятельности. В пределах населенных пунктов природные системы так же претерпевают значительные изменения, хотя и в меньшей степени, чем при угледобыче открытым способом.

К распаханым территориям отнесены земли, используемые под выращивание зерновых и кормовых культур. В контуры этого типа земель включены не только угодья, используемые в последние годы, но и брошенные зарастающие пашни, выделенные по результатам дешифрирования космоснимков. Поскольку процессы трансформации почвенного и растительного покрова, связанные с распашкой, имеют долговременный характер.

Прочие земли включают относительно ненарушенные и слабо нарушенные лесные массивы, сохранившие природную структуру, а также участки естественных пастбищ и сенокосных угодий.

Структура хозяйственного использования земель Бунгуро-Чумышского участка представлена в таблице 1. Её рассмотрение по видам воздействия показывает, что в районе исследуемого угольного месторождения воздействие предприятий угледобывающей промышленности максимально

проявляется на ландшафты долин мелких рек (17, 18) (58,1%). Наиболее распаханы ландшафты водоразделов (1) (52,2%) и долины мелких рек и ручьев (21) (57,9%). Селитебные территории примерно одинаково охватывают все ландшафты (от 2 до 9,5%). Доля прочих территорий колеблется в ландшафтах долин рек от 17,5, до 66,4%, на склонах и водоразделах от 40,1 до 49,1%.

Результаты геоэкологической оценки районов угледобычи в Новокузнецком районе [4], показали, что 50 % исследуемых ландшафтов являются устойчивыми к антропогенному воздействию; 36 % – относительно устойчивыми и 14 % – малоустойчивыми; неустойчивые и весьма неустойчивые на территории Новокузнецкого района не представлены. Максимальный вклад в снижение устойчивости ландшафта в условиях Новокузнецкого района вносят показатели, связанные с рельефом (геохимическое положение, крутизна склона). Эти показатели являются средними и вполне характеризуют территории, расположенные в зоне влияния Бунгуро-Чумышского месторождения.

Наиболее устойчивыми являются ландшафты (ландшафтные местности по [1] – ЛМ) водоразделов и приводораздельных пологих склонов с осиново-березовыми колками или суходольными остепненными разнотравными лугами (ЛМ 1, 4, 5). Самая низкая устойчивость отмечена для крутосклонных ландшафтов, с разреженным древесным покровом или сырыми хвойными лесами (ЛМ 4) и заболоченных участков речных долин (ЛМ 20) (см. рис. 1).

На основании совмещения картосхем уязвимости индексов редких видов для района Бунгуро-Чумышского месторождения выделено три участка – центров концентрации биологического разнообразия (рис. 1). Рекомендуемые участки характеризуются наименьшей степенью уязвимости (т. е. являются наиболее устойчивыми к антропогенной нагрузке) и высоким индексом редких видов (ИРВ). С другой стороны, эти участки (кроме участка III) расположены в пяти-километровой зоне пылевого (частично – химического) загрязнения, возникающего в результате взрывных работ при

разработке угольных месторождений. Ширина зоны рассчитана для угольных разрезов по эмпирическим данным [7].

Участок I «Костенковские скалы» (Синие скалы) включает фрагменты долинных и склоновых ландшафтов р. Чумыш у с. Костенково. Положение на стыке ландшафтов степных (представленных группой урочищ), лесных (березово-осиновых с примесью сосны) и долинных определило высокое таксономическое разнообразие с ИРВ=9,1. Два других участка (II, III), представляющие собой типичные таежные ландшафты Салаира, отличаются также высоким значением ИРВ (6,4). Участок II, расположенный на правом берегу р. Чумыш в междуречье Чумыш – Айлап, ограничен на основном своем протяжении долиной Чумыша, с юга долинами притоков Чумыша – р. Бол. Речка и Айлап. Участок III – правобережье долины р. Бенжереп является наименее затронутым хозяйственной деятельностью районом с высоким биологическим разнообразием таежных ландшафтов. До 2008 г. он представлял собой северную часть Сары-Чумышского заказника.

#### *Заключение*

Одним из оптимальных путей решения проблемы сохранения (восстановления) биоразнообразия может стать выделение в непосредственной близости к горнодобывающим предприятиям дополнительных «центров концентрации биологического разнообразия» – участков, которые являются источником биологического материала для поддержания жизнеспособности экосистем и восстановления их на нарушенных территориях.

Выбор центров концентрации биологического разнообразия предлагается проводить на основе разработанной комплексной методики, включающей выделение наименее уязвимых к антропогенному воздействию типов естественных ландшафтов с высоким потенциалом самовосстановления и оценку биоразнообразия на основе расчета индексов биоразнообразия.

Эта методика была апробирована для Новокузнецкого района Кемеровской области, где в зоне действия Бунгуро-Чумышского угольного месторождения выделено 3 участка с высокими значениями индекса редких видов: «Костенковские скалы» (I); таежные ландшафты на правом берегу р. Чумыш в междуречье Чумыш – Айлап (II) и в правобережье долины р. Бенжереп (III).

**Литература**

1. Ландшафтная карта Кемеровской области. М-б 1:500 000 / отв. ред. Ю. И. Винокуров, В. Л. Гросс. – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 1991.
2. Кочуров Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: Изд-во Смоленского гум. ун-та, 1999. – 154 с.
3. Мазур И. И., Молдаванов О. И. Курс инженерной экологии. – М.: Высшая школа, 2001. – 509 с.
4. Платонова С. Г., Скрипко В. В., Стрельникова Т. О., Адам А. А. Геоэкологическая оценка районов угледобычи (на примере Новокузнецкого района) // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: Материалы IV Международной конференции. – Кемерово, 2015. – С. 120-126.
5. Красная книга Кемеровской области. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. – Кемерово: Азия принт, 2012а. – 208 с.
6. Яшина Т. В. Индикаторы оценки биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона. Руководство по использованию. – Красноярск, 2011. – 56 с. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.altai-sayan.ru/doc/Indikator\\_biodiver.pdf](http://www.altai-sayan.ru/doc/Indikator_biodiver.pdf) (дата обращения 27.09.2016).
7. Мониторинг, оценка и прогноз состояния окружающей природной среды на основе современных информационных технологий / отв. ред. А. Н. Куприянов. – Кемерово: ИД «Азия», 2013. – 112 с.

Таблица 1 – Структура хозяйственного использования земель района Бунгуро-Чумышского угольного месторождения

Тип хозяйственного использования земель	Площадь контура, га	Доля от общей площади, %
Горно-добывающий комплекс	3020,5	16,6
Селитебные территории	1142,3	6,3
Распаханные территории	5383,7	29,6
Прочие территории	8640,1	47,5
Итого:	18186,5	100,0

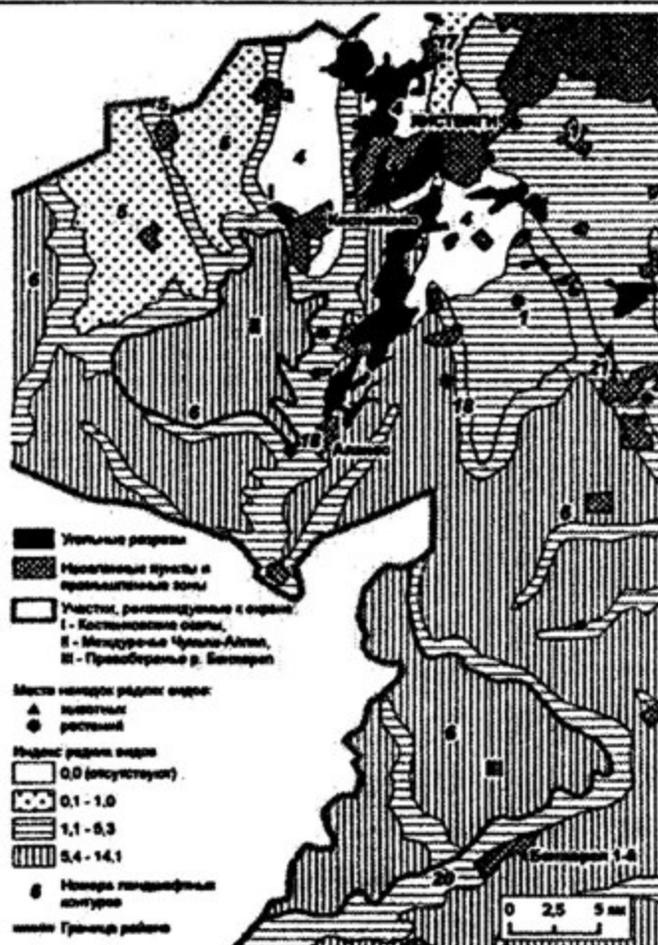


Рис. 1. – Участки, рекомендуемые к охране в зоне действия Бунгуро-Чумышского угольного месторождения.

*Ландшафты (фрагмент легенды с сокращениями по [1]). Кузнецкий Алтай.*

Водоразделы: 1 – с осиново-березовыми колками на темно-серых лесных почвах (200–400 м). *Салаир*. Склоны расчлененные: 4 – пологие с березово-осиновыми колками и суходольными лугами на комплексе черноземов, серых лесных и оподзоленных и лугово-болотных почв (300–400 м); 5 – средней крутизны с березово-осиновыми с примесью сосны лесами на темно-серых лесных и дерново-подзолистых почвах (300–450 м). Водоразделы: 6 – волнистые с черневой пихтово-осиновой тайгой и березово-осиновыми лесами и крупнотравными лесными лугами на горно-таежных глубокоподзоленных почвах (400–600 м). Долины мелких рек и ручьев: 17 – со злаково-разнотравными заливными лугами на аллювиально-луговых почвах; 18 – с березовыми с примесью осины лесами в сочетании с лесными лугами на аллювиально-луговых, дерново-подзолистых и лугово-подзолистых почвах; 20 – с заболоченными елово-пихтовыми лесами на торфянисто-болотных почвах и осоково-моховыми болотами; 21 – заболоченные с елово-березовыми с участием осины лесами и участками лесных лугов на лугово-болотных и болотно-подзолистых почвах.