

С.Г. ПЛАТОНОВА*, Т.О. СТРЕЛЬНИКОВА**, В.В. СКРИПКО***,
Ю.А. МАНАКОВ**

*Институт водных и экологических проблем СО РАН,
656008, Барнаул, ул. Молодёжная, 1, Россия, sgplatonova@mail.ru

**Институт экологии человека СО РАН,
650065, Кемерово, Ленинградский проспект, 10, Россия, strelnikova21@yandex.ru, jm515@yandex.ru

***Алтайский государственный университет,
656056, Барнаул, пр. Ленина, 61, Россия, skripko@inbox.ru

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ В ЦЕЛЯХ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Для восстановления нарушенных экосистем угледобывающих регионов предложено выделять центры концентрации биологического разнообразия в непосредственной близости от угледобывающих предприятий. Выделение следует проводить на основе оценки уязвимости природных ландшафтов к антропогенному воздействию и расчета индекса редких видов биоты. Работа выполнена на примере Новокузнецкого района Кемеровской области. При оценке уязвимости, для определения которой проведено сопоставление в матричной форме рассчитанных показателей антропогенной преобразованности и устойчивости ландшафтов, установлены ландшафты пяти степеней уязвимости (высокой, повышенной, средней, пониженной, низкой). На долю с пониженной и низкой уязвимостью приходится 70,8 и 7 % территории района соответственно. Значение индекса редких видов рассчитано исходя из оценки уровня биологического разнообразия, включающего более 1404 видов, в том числе 46,3 % видов растений и 36,3 % животных, вошедших в региональную Красную книгу. На всех этапах работы использовались ГИС-технологии. В результате для Новокузнецкого района выделено шесть центров концентрации биоразнообразия. Контуры участков охватывают ведущие виды ландшафтов с низкой и пониженной уязвимостью и высоким значением индекса редких видов. Три из них расположены на Салаирском кряже: на стыке степных, лесных и долинных ландшафтов (участок I — индекс редких видов 9,1), а также в пределах таежных ландшафтов (участки II, III — 6,4). Три участка находятся в Кузнецком Алатау и относятся к редким в Сибири ландшафтам с участием липы сибирской (IV — 23,1) и типичным таежным ландшафтам восточных (V — 23,1) и северных (VI — от 8,8 до 23,1) низкогорий. Предложенный подход может быть использован как инструмент решения экологических проблем горнодобывающих регионов.

Ключевые слова: уязвимость ландшафтов, индексы редких видов, центры концентрации биоразнообразия, антропогенная преобразованность, ГИС-технологии.

S.G. PLATONOVA*, T.O. STREL'NIKOVA**, V.V. SKRIPKO***,
YU.A. MANAKOV**

*Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
656008, Barnaul, ul. Molodezhnaya, 1, Russia, sgplatonova@mail.ru

**Institute of Human Ecology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
650065, Kemerovo, Leningradskii pr., 10, Russia, strelnikova21@yandex.ru, jm515@yandex.ru

***Altai State University, 656056, Barnaul, pr. Lenina, 61, Russia, skripko@inbox.ru

A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF COAL MINING AREAS FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

For rehabilitation of disturbed ecosystems in mining areas, it is proposed to identify centers of biological diversity concentration in the immediate vicinity of coal-mining enterprises. Such centers should be selected on the basis of assessing natural landscape vulnerability to anthropogenic impact and calculating the rare species index. This research was done by using, as an example, the Novokuznetsk district of Kemerovo oblast. In assessing vulnerability through a comparison (in matrix form) of calculated parameters of anthropogenic transformation and sustainability of landscapes, five levels of vulnerability (very high, high, medium, low, very low) were identified. The proportion of the territory of the district with low and very low vulnerability makes up 70.8 % and 7 %, respectively. The rare species index was calculated, based on assessing biodiversity represented by more than 1404 species, including 46.3 % of plant species and 36.3 % of animal species from the regional Red Data Book. GIS

*technologies were used at all stages of investigations. As a result, six centers of biodiversity concentration were identified for the Novokuznetsk district. The sites encompass key types of landscapes with very low and low vulnerability and a high index of rare species. Three of them are located in the Salair chain of hills, namely, at the interface of steppe, forest and valley landscapes (site I with rare species index of 9.1) as well as within taiga landscapes (6.4 for sites II and III). Three sites are located in the Kuznetsk Alatau; these are rare landscapes with *tilia sibirica* (IV — 23.1), and typical taiga landscapes of eastern (V — 23.1) and northern (VI — from 8.8 to 23.1) low mountains. The suggested approach can be used as a tool for solving environmental problems of mining regions.*

Keywords: *landscape vulnerability, rare species indices, biodiversity concentration centers, degree of anthropogenic transformation, GIS technologies.*

ВВЕДЕНИЕ

Масштаб угроз биологическому разнообразию, связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых, вызвал озабоченность мирового сообщества, а сохранение биоразнообразия вошло в число наиболее актуальных проблем устойчивого развития горнодобывающих регионов. В настоящее время вопросы сохранения биоразнообразия не только включены в законодательства многих стран, но и отражены в стратегиях деятельности крупнейших транснациональных корпораций (British Petroleum, Shell, Chevron), международных ассоциаций и отраслевых объединений (International Association of Oil and Gas Producers, International Council on Mining and Metals и др.) [1, 2].

В 2012 г. в России стартовал совместный проект Программы развития ООН, Глобального экологического фонда, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора России», который направлен на внедрение в практику энергетических компаний современных экологических подходов и технологий, способствующих сохранению биоразнообразия. Для реализации этого проекта в России было выбрано восемь демонстрационных территорий, в том числе Кемеровская область [3].

Большая часть Кемеровской области, входящей в состав Сибирского федерального округа (СФО), находится в границах Кузнецкого угольного бассейна, что во многом определило ее хозяйственную специализацию. По добыче полезных ископаемых область занимает первое место среди регионов СФО (438 200 млн руб. в год). Здесь отмечается самая высокая плотность населения (28,6 чел./км²) и проживает 2734,1 тыс. чел. (14,2 % населения СФО) [4]. В Кемеровской области, наряду с большими площадями нарушенных земель (более 100 тыс. га [5]), сохранились практически ненарушенные (или слабонарушенные) природные комплексы — образцы редких и уникальных для Сибири экосистем. Наиболее представительна в этом отношении территория Новокузнецкого муниципального района, где совместно с нарушенными угледобычей землями находятся особо охраняемые природные территории (ООПТ) с «законсервированным» генофондом различных видов естественной флоры и фауны. Высокая доля ООПТ (20 % площади района) хотя и создает после окончания разработки угольных месторождений благоприятные условия, но не является гарантией максимально полного восстановления утраченного биоразнообразия.

Одним из путей решения проблемы сохранения (восстановления) биоразнообразия, наряду с функционированием ООПТ, может быть выделение в непосредственной близости от горнодобывающих предприятий участков — источников биологического материала для восстановления экосистем на нарушенных территориях и последующая их передача под охрану недропользователям.

Цель исследования — на основе комплексной оценки выделить в зоне действия угледобывающих предприятий участки естественных ландшафтов — центры концентрации биологического разнообразия — для его сохранения (восстановления).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Территория Новокузнецкого района в системе физико-географического районирования расположена в пределах Алтае-Саянской физико-географической страны, Салаиро-Кузнецко-Алатауской области [6]. Разнообразие экосистем представлено ландшафтами Кузнецкого Алатау (88,5 % общей площади), Салаирского кряжа (10,5 %) и Кузнецкой межгорной котловины (1 %).

Наиболее распространены (46 % от площади района) лесные ландшафты низкогорий (с абс. отметками 300–600 м) и долинными ландшафты крупных и малых рек (29,1 %). Уникальными не только для исследуемой территории, но и для всей Сибири являются пихтовые с примесью липы (1,3 %) и чистые липовые леса (0,5 %), расположенные в Кузнецком Алатау на высотах 500–700 м. К редким относятся степные ландшафты Кузнецкой межгорной котловины.

Методологическую базу оценки исследуемой территории составляет геоэкологический подход, широко используемый в последние годы для изучения экологического состояния геосистем (ландшафтов) и их компонентов [7, 8]. Он опирается на положение о совместном и взаимообусловленном процессе взаимодействия природных комплексов и общества. В настоящем исследовании геоэкологический подход реализован в форме оценки уязвимости ландшафтов, а также анализа состояния биоразнообразия.

Под уязвимостью ландшафтов (природных комплексов) к антропогенному воздействию понимается характеристика, обратная устойчивости [9]. Устойчивость ландшафтов — это способность системы к сохранению нормального функционирования путем самоочищения от продуктов техногенеза [10].

Существуют различные методики оценки уязвимости ландшафтов, отраженные как в зарубежных [11, 12], так и в отечественных публикациях. Причем для России они рассмотрены в основном при оценке состояния прибрежно-морских экосистем [13–16]. Большинство методик, использованных авторами перечисленных выше работ, основаны на расчете интегрального балльно-индексного показателя или на создании обобщенной интегральной матрицы [17].

Оценка в рамках настоящего исследования основана на сопоставлении в матричной форме показателей степени антропогенной преобразованности и устойчивости ландшафтов. Результаты ее были представлены ранее для Новокузнецкого района [18].

Антропогенная преобразованность в пределах ландшафтных контуров рассчитана с использованием средневзвешенного по площади коэффициента (по [7]). Оценка устойчивости природных ландшафтов к антропогенному воздействию основана на принципах и методических подходах к анализу состояния и устойчивости почв, ландшафтов и экосистем [10]. При этом для условий Кемеровской области экспертным путем было выбрано девять показателей устойчивости ландшафта [18]: 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 литературных источников [19–24]. 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 [25]. Для анализа исследуемого угледобывающего района экспертным путем отобрано восемь индикаторов: семь из них — показатели уровня биоразнообразия (видовое богатство, индекс концентрации видового богатства, количество редких видов, индекс редких видов, уровень эндемизма, доля адвентивных видов, доля инвазивных видов); один отражает представленность типов экосистем (количество ландшафтных выделов).

Индекс концентрации видового богатства рассчитывали по формуле

$$I = S/\lg A,$$

где S — число видов; A — площадь территории.

Индекс редких видов ИРВ вычисляли по формуле

$$\text{ИРВ} = \sum(N_i/C_i),$$

где N_i — число видов определенной категории редкости; C_i — категория редкости вида (по классификации, принятой в Красной книге Кемеровской области). Индексы редких видов представляют собой суммарные показатели всех таксонов, включенных в Красную книгу Кемеровской области [23, 24].

Индикаторы «уровень эндемизма», «доля адвентивных видов», «доля инвазивных видов» показывают процентную долю соответствующей группы в общем составе флоры или фауны исследуемой территории. Для оценки использовали хорошо обеспеченные информацией группы таксонов — высшие сосудистые растения для флоры; млекопитающих для фауны [25].

Долю эндемиков рассчитывали для Алтае-Саянской флористической [26] и зоогеографической [27] провинций. В основу расчета нарушенности флоры и фауны положены списки адвентивных [28] и инвазивных [29] видов Кемеровской области.

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 рас-

пространения 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 в пределах Кузнецкого Алатау учитывалось с использованием данных «Экологической карты Кемеровской области» [29], для Салаирского кряжа (район Бунгуро-Чумышского месторождения) — по данным мониторинга [30].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка экологической уязвимости. В пределах Новокузнецкого района выявлены ландшафты, относящиеся к пяти степеням уязвимости: высокой, повышенной, средней, пониженной, низкой (рис. 1). Качественная характеристика степеней уязвимости ландшафтов приведена по [7, 25, 31].

Высокая уязвимость характеризуется высокой и очень высокой (средневзвешенный по площади коэффициент антропогенной преобразованности (АП) $\bar{k}_i \geq 3$) АП в пределах неустойчивых (2 балла) и малоустойчивых (3 балла) ландшафтов. Ландшафты характеризуются максимальной АП, вплоть до их полного уничтожения. Характерна замена естественных экосистем на производные. Постоянные нарушения прерывают ход естественных сукцессий. Естественные системы не способны к самовосстановлению. Наблюдаются значительные потери видового разнообразия.

Повышенная уязвимость возникает в условиях: 1) средней и высокой ($\bar{k}_i \geq 3$) степени АП в пределах относительно устойчивых (4 балла) ландшафтов; 2) низкой степени АП ($\bar{k}_i = 2$) в пределах неустойчивых (1–2 балла) и малоустойчивых (3 балла) ландшафтов. Ландшафты имеют значительную АП. Характерно снижение уровня биологического разнообразия. Возникают угрозы существования редких и уязвимых видов биоты.

Средняя уязвимость определяется сочетанием: 1) высокой и средней ($\bar{k}_i \geq 3$) степени АП в пределах устойчивых (5 баллов) ландшафтов; 2) очень низкой ($\bar{k}_i = 1$) степени АП в пределах малоустойчивых (3 балла) ландшафтов. Ландшафты характеризуются широким диапазоном степени АП — от несущественной до значительной. Отмечается снижение доли естественных экосистем.

Пониженная уязвимость реализуется в условиях: 1) низкой ($\bar{k}_i = 2$) или очень низкой ($\bar{k}_i = 1$) степени АП в пределах относительно устойчивых (4 балла) ландшафтов; 2) низкой ($\bar{k}_i = 2$) степени АП в пределах устойчивых (5 баллов) ландшафтов. Существенная преобразованность наблюдается

Устойчивость ландшафтов, балл	Антропогенная преобразованность (средневзвешенный по площади коэффициент, \bar{k}_i)			
	5–6	3–4	2	1
	Степень антропогенной преобразованности			
	Высокая, очень высокая	Средняя	Низкая	Очень низкая
Неустойчивые, 2 балла	0	0	0	0
Малоустойчивые, 3 балла	0,001	0,601	8,721	2,913
Относительно устойчивые, 4 балла	0,013	3,679	47,84	13,367
Устойчивые, 5 баллов	0,006	4,072	9,602	0,566

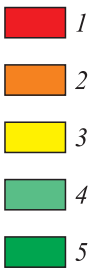


Рис. 1. Матрица для оценки степени экологической уязвимости ландшафтов Новокузнецкого района.

Цифрами в ячейках матрицы показана доля (%) территорий с разной степенью экологической уязвимости от общей площади Новокузнецкого района, за исключением населенных пунктов, промышленных зон, угледобывающих предприятий. Степень экологической уязвимости ландшафтов: 1 — высокая, 2 — очень высокая, 3 — средняя, 4 — пониженная, 5 — низкая.

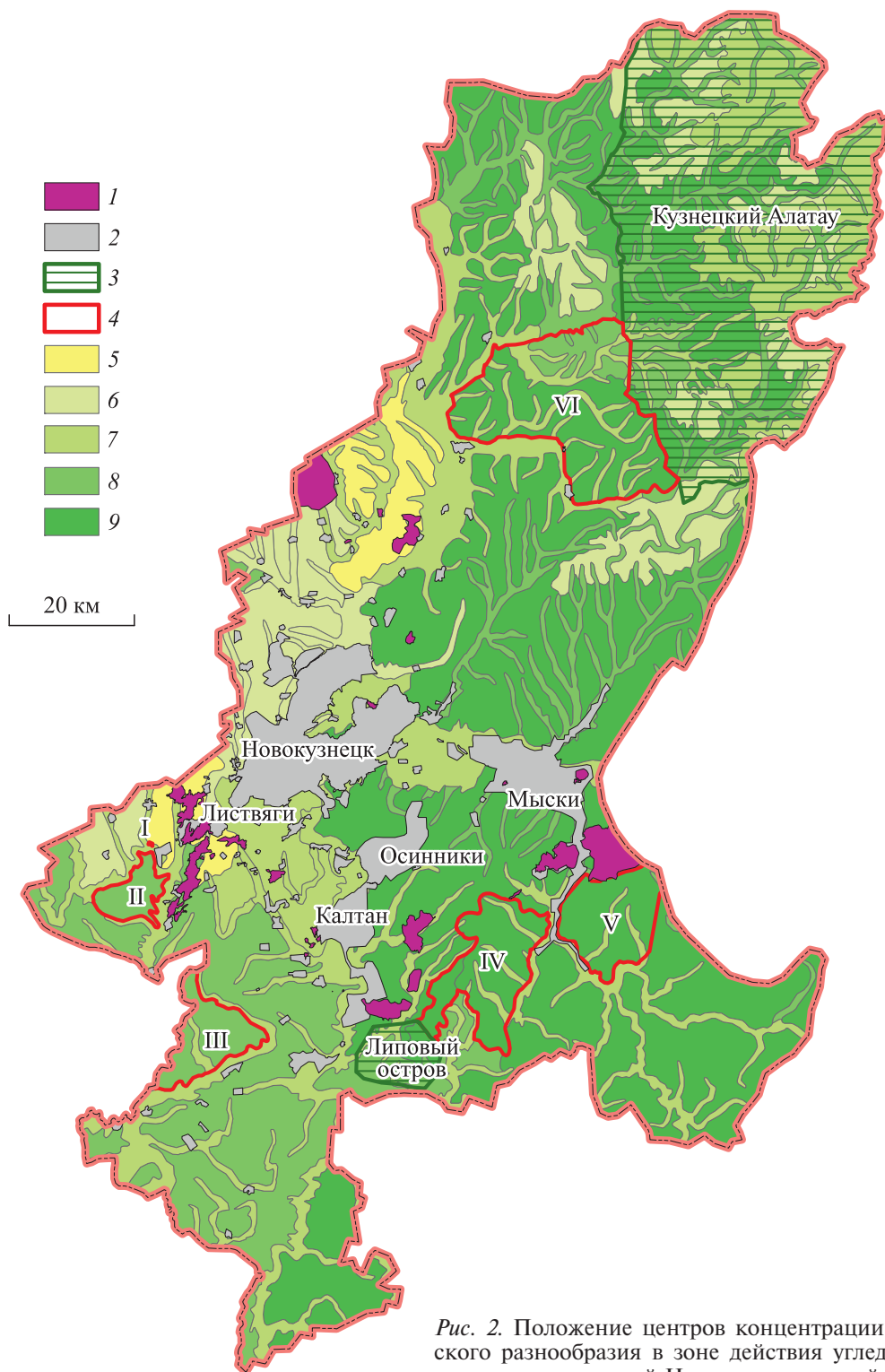


Рис. 2. Положение центров концентрации биологического разнообразия в зоне действия угледобывающих предприятий Новокузнецкого района.

I — Костенковские скалы; II — таежные ландшафты на правом берегу р. Чумыш в междуречье Чумыша и Айлапа; III — таежные ландшафты долины р. Бенжереп; IV — ландшафты с участием липы сибирской; V — таежные ландшафты низкогорий Кузнецкого Алатану в окрестностях дер. Чувашка; VI — таежные ландшафты в междуречье рек Верхняя Терсь и Средняя Терсь. 1 — угольные разрезы; 2 — населенные пункты и промышленные зоны; 3 — ООПТ; 4 — экологически уязвимые территории, рекомендуемые к охране. Индексы редких видов: 5 — 0 (виды отсутствуют); 6 — 0,1–1; 7 — 1,1–5,3; 8 — 5,4–14,1; 9 — 14,2–23,1.

достаточно редко и приурочена к локальным ареалам интенсивной хозяйственной деятельности — горнодобывающим предприятиям, населенным пунктам и их ближайшим окрестностям. Возможны угрозы биоразнообразию на локальном уровне (например, уничтожение единственного местообитания редкого вида).

Низкая уязвимость проявляется при очень низкой ($\bar{k}_i = 1$) степени АП в пределах устойчивых (5 баллов) ландшафтов. Существенная трансформация исходной структуры обычно ограничена локальными ареалами интенсивной хозяйственной деятельности. Угроза биологическому разнообразию практически отсутствует. Экосистемы могут легко вернуться к климаксовому состоянию в ходе естественных сукцессий.

В пределах Новокузнецкого района 70,8 % от общей площади приходится на ландшафты с пониженной уязвимостью и 7 % — с низкой, т. е. исследуемая территория обладает достаточным потенциалом для сохранения (восстановления) экосистем (рис. 2).

Характеристика биоразнообразия Новокузнецкого района. Таксономический состав флоры и фауны района богат и разнообразен, однако сведения по ряду групп неполные. Достаточно хорошо изучены ООПТ — Государственный природный заповедник (ГПЗ) «Кузнецкий Алатау», памятник природы федерального значения «Липовый остров», ключевые ботанические территории — Костенковские скалы и Подкатунская грива. Характеристика таксономического богатства ООПТ с рассчитанными индексами концентрации видового богатства (I) и ИРВ флоры и фауны представлена в табл. 1. Для сравнения приведены данные по Новокузнецкому угледобывающему району, площадь которого включает Новокузнецкий муниципальный район без учета территории ГПЗ «Кузнецкий Алатау».

Таксономическое богатство представлено более чем 1404 видами (табл. 2). В районе встречается 46,3 % растений и 36,3 % животных, включенных в региональную Красную книгу [22, 23]. В список алтае-саянских эндемиков входят 24 вида растений, 1 вид животных. Индикатор «уровень эндемизма» для флоры (высших сосудистых растений) достаточно высокий на уровне Алтае-Саянского экологического региона — 3,1 %. Для сравнения: в Тигирекском заповеднике (Алтайский край) подобный индекс составляет 1,8 % (15 видов на площадь 47 156 га) [25]. Нарушенность экосистем территории (55 адвентивных и 5 инвазивных видов) невысокая (не более 10 %).

Таблица 1

Характеристика видового богатства флоры и фауны ООПТ

Компоненты биоты	ГПЗ «Кузнецкий Алатау» (282 849 га)	Новокузнецкий угледобывающий район (1 046 150,4 га)	Липовый остров (11 030 га)	Костенковские скалы (100 га)	Подкатунская грива (53 га)
<i>Видовое богатство биоты по группам (число видов)</i>					
Грибы	87	—	—	—	—
Мхи	~ 311	—	—	—	—
Плауны	7	—	1	—	—
Хвоши	7	—	4	2	—
Папоротники	27	—	15	—	—
Голосеменные	6	—	4	4	—
Цветковые	525	~ 486	308	134	261
Млекопитающие	56	—	13	16	—
Птицы	176	—	69	141	—
Рептилии	2	—	2	4	—
Амфибии	2	—	3	2	—
Рыбы	13	—	3	15	—
<i>Индекс концентрации видового богатства</i>					
Высшие растения	104,95	~ 80,73	82,18	70	149,14
Млекопитающие	10,28	—	3,22	8	—
<i>Индекс редких видов</i>					
Флора	13,3	45,2	8,3	5,2	3,7
Фауна	11,6	17,7	5,6	2,8	0,9

Примечание. Прочерк — нет данных. Здесь и в табл. 2: составлено по данным полевых наблюдений Т. О. Стрельниковой, Ю. А. Манакова, Д. В. Сушева, С. В. Лукьянцева; материалам фитоценотеки и гербария Института экологии человека СО РАН; литературным источникам [19–24, 26–28].

Таблица 2

Сводная таблица значений индикаторов оценки биоразнообразия на территории Новокузнецкого района

Индикатор	Значение
Видовое богатство, всего видов	>1404
в том числе:	
высшие сосудистые растения	775
мохообразные	~313
млекопитающие	~55
птицы	~215
рептилии	~6
амфибии	~5
рыбы	~40
Индекс концентрации видового богатства:	
высшие сосудистые растения	126,63
млекопитающие	8,99
Индекс редких видов:	
общий (сумма трех последующих)	58
высшие сосудистые растения	43,75
млекопитающие	3,2
птицы	11,05
Уровень эндемизма, %:	
флора (высшие сосудистые растения)	3,1
фауна (млекопитающие)	1,8
Доля адвентивных видов во флоре, %	7,1
Доля инвазивных видов в фауне, %	9,1

Выделение участков — центров концентрации биологического разнообразия в зоне действия угледобывающих предприятий. Для Новокузнецкого района выделено шесть участков (см. рис. 2), которые характеризуются наименьшей степенью уязвимости к антропогенным воздействиям и высоким ИРВ. С другой стороны, практически все они (кроме участка III, см. ниже) расположены в 5-километровой зоне пылевого (частично химического) загрязнения, возникающего в результате взрывных работ при разработке угольных месторождений. Ширина зоны рассчитана для угольных разрезов по эмпирическим данным [30]. Для каждого из этих участков составлена картосхема м-ба 1:250 000. Пример одной из них представлен на рис. 3 (см. легенду).

В южной части Новокузнецкого района, на Салаирском кряже, выделено три участка с высокими значениями ИРВ, которые примыкают к Бунгуро-Чумышскому месторождению. Участок I — Костенковские скалы (Синие скалы), включает фрагменты долинных и склоновых ландшафтов р. Чумыш у с. Костенково и является ключевой ботанической территорией [11]. Положение на стыке степных (представленных группой урочищ), лесных (березово-осиновых с примесью сосны) и долинных ландшафтов определило высокое таксономическое разнообразие с ИРВ = 9,1. Два других участка (II, III), представляющие собой типичные таежные ландшафты Салаирского кряжа, отличаются высоким значением ИРВ (6,4). Участок II расположен на правом берегу р. Чумыш, в междуречье Чумыша и Айлапа, ограничен на основном своем протяжении долиной Чумыша, с юга долинами притоков Чумыша — рек Большая Речка и Айлап. Участок III — правобережье долины р. Бенжереп — наименее затронутый хозяйственной деятельностью район, с высоким биологическим разнообразием таежных ландшафтов. До 2008 г. он представлял собой северную часть Сары-Чумышского заказника.

Таежные комплексы Кузнецкого Алатау также широко представлены в районе исследования. Высокие ИРВ (17,1–23,1) имеют ландшафты пихтово-осиновой черневой тайги и березово-осиновых лесов. Несмотря на давнюю освоенность территории (здесь в основном расположены земли сельских поселений и сельхозугодий), эти ландшафты, в силу своей относительно высокой устойчивости, до начала интенсивной угледобычи в восточном Кузбассе не испытывали существенных изменений. Развитие угледобывающей промышленности изменило характер антропогенного влияния на этой территории: оно стало деструктивным, сопровождается преобразованием ландшафтов и все большей фрагментацией лесных территорий.

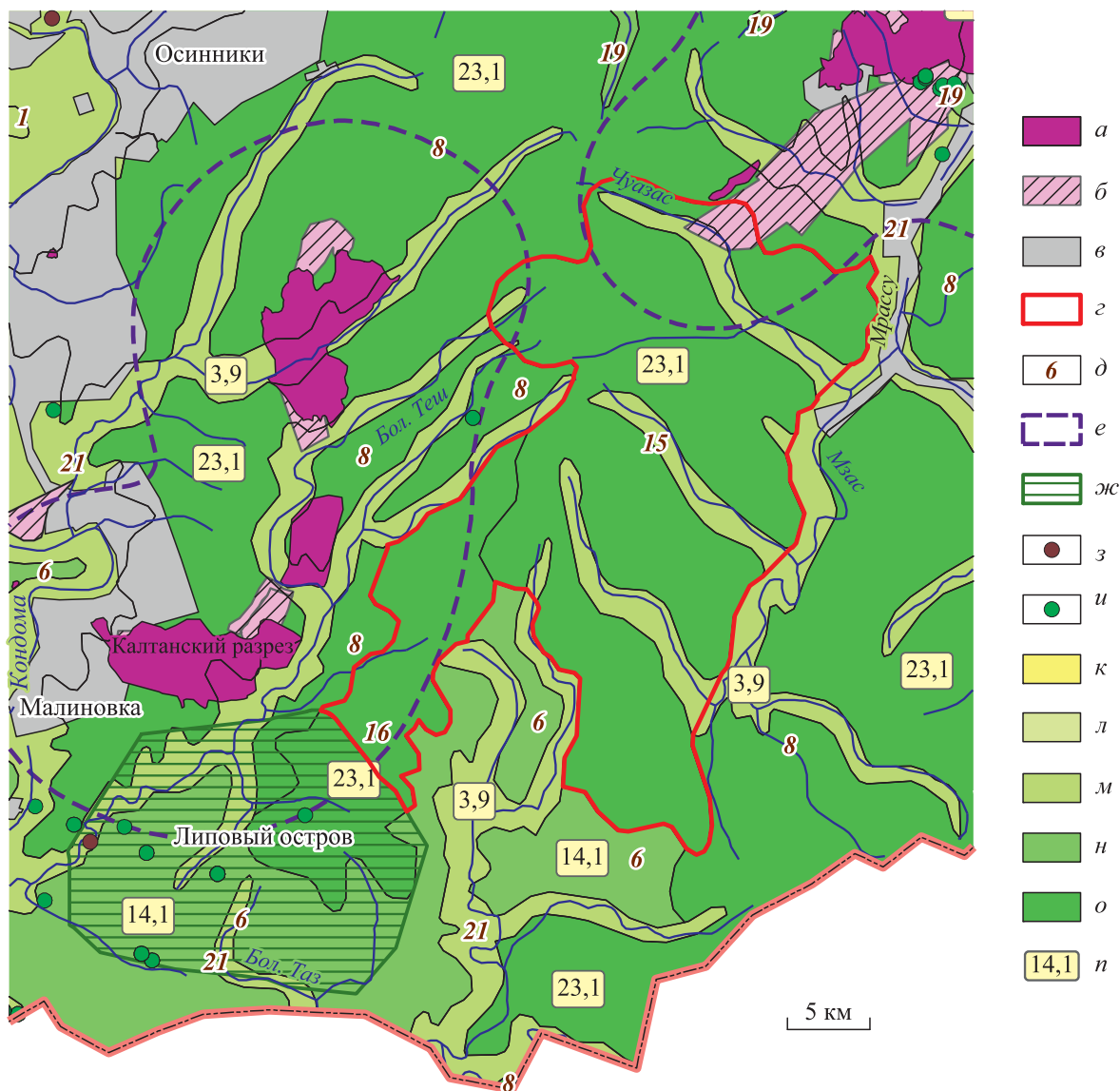


Рис. 3. Картограмма участка IV (ландшафты с участием липы сибирской), м-б 1:250 000.

1, 6, 8, 15, 16, 19, 21 — см. легенду. а — угольные разрезы; б — участки, планируемые под разработку; в — населенные пункты и промышленные зоны; г — экологически уязвимые территории, рекомендуемые к охране; д — номера ландшафтных контуров; е — зона воздействия угольных разрезов; ж — памятник природы федерального значения «Липовый остров». Места находок редких видов: з — животных, и — растений. Индекс редких видов: к — 0 (виды отсутствуют); л — 0,1–1,0; м — 1,1–5,3; н — 5,4–14,1; о — 14,2–23,1; п — значение индекса редких видов.

Фрагмент легенды

к картограмме участка IV м-ба 1:250 000, по [6]

ЛАНДШАФТЫ С УЧАСТИЕМ ЛИПЫ СИБИРСКОЙ

Водоразделы и приводораздельные поверхности

1. С осиново-березовыми колками на темно-серых лесных почвах в сочетании с суходольными лесными лугами на выщелоченных черноземах (200–400 м).
6. С черневой пихтово-осиновой тайгой и березово-осиновыми лесами в сочетании с крупнотравными лесными лугами на горно-таежных глубокооподзоленных почвах (400–600 м).

Водоразделы и склоны

8. С пихтово-осиновой черневой тайгой на горно-таежных глубокооподзоленных почвах (300–600 м).
15. С пихтовой с примесью липы тайгой на горно-таежных дерново-псевдоподзолистых почвах (500–700 м).
16. С липовыми лесами на горно-таежных бурых псевдоподзолистых почвах (500–600 м).

Долины мелких рек

19. С осиново-березовыми с примесью пихты лесами и фрагментами таежных высокотравных лугов на горно-таежных глубокоподзоленных почвах.
21. Заболоченные с елово-березовыми с участком осины осокowymi лесами и участками высокотравных лесных лугов на лугово-болотных и болотно-подзолистых почвах.

Участок IV включает редкие в Сибири естественные насаждения липы сибирской и черневые леса с участием липы (ИРВ 23,1), которые расположены в пределах памятника природы «Липовый остров» и в 5-километровой зоне влияния Калтанского месторождения (см. рис. 3). Территория Липового острова перекрывается ареалом влияния Калтанского разреза на одну треть. Участок V — таежные ландшафты низкогорий восточной части Кузнецкого Алатау — расположен на правом берегу р. Мрассу, вблизи д. Чувашка, в зоне влияния Сибиргинского разреза. Ландшафты пихтово-осиновой черневой тайги имеют высокий уровень ИРВ (23,1). Участок VI — таежные ландшафты северной части низкогорий Кузнецкого Алатау, в междуречье рек Верхняя и Средняя Терсь, — примыкает к территории заповедника «Кузнецкий Алатау» (ИРВ = 8,8–23,1). Представленные здесь ландшафты пихтово-осиновой черневой тайги, кедрово-пихтовых и осиново-березовых с примесью пихты лесов служат резервом для восстановления биоразнообразия после отработки угольных месторождений в бассейнах рек, примыкающих к ГПЗ «Кузнецкий Алатау».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из оптимальных путей решения проблемы сохранения (восстановления) биоразнообразия наряду с развитием ООПТ может стать выделение в непосредственной близости к горнодобывающим предприятиям дополнительных центров концентрации биологического разнообразия — источников 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 угольных разрезов выделено шесть участков с высокими значениями ИРВ: Костенковские скалы (I), таежные ландшафты на правом берегу р. Чумыш в междуречье Чумыша и Айлапа (II) и в правобережье долины р. Бенжереп (III), ландшафты с участием липы сибирской (IV), таежные ландшафты восточных (V) и северных низкогорий Кузнецкого Алатау (VI).

Результаты исследовательской работы внедрены в Схему территориального планирования Новокузнецкого муниципального района.

Работа выполнена в рамках проекта Программы развития ООН, Глобального экологического фонда и Минприроды России «Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора России» (2012–2017 гг.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity.** International Council on Mining and Metals (ICMM) / Ed. L. Starke. — London: CMM, 2006. — 142 p.
2. **Mining and Biodiversity.** A collection of case studies — 2010 edition. International Council on Mining and Metals. — London, 2010. — 34 p.
3. **Сборник** инновационных решений по сохранению биоразнообразия для угледобывающего сектора / Отв. ред. С.А. Шейнфельд, Ю.А. Манаков. — Кемерово; Новокузнецк: ИнЭКА, 2015. — 208 с.
4. **Сибирский** федеральный округ. 2014: Стат. сборник. — Новосибирск, 2015. — 107 с. [Электронный ресурс]. — <http://www.sovet.nso.ru/adm2015/doc/i0122002r.doc> (дата обращения 28.12.2015).
5. **Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н.** Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. — 168 с.
6. **Ландшафтная** карта Кемеровской области. М-б 1:500 000 / Отв. ред. Ю. И. Винокуров, В. Л. Гросс. — Барнаул: Изд-во Ин-та водных и экологических проблем СО РАН, 1991. — 1 л.
7. **Кочуров Б.И.** Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. — Смоленск: Изд-во Смол. гум. ун-та, 1999. — 154 с.

8. **Заиканов В.Г., Минакова Т.Б.** Методические основы комплексной геоэкологической оценки территорий. — М.: Наука, 2008. — 81 с.
9. **Мазур И.И., Молдаванов О.И.** Курс инженерной экологии. — М.: Высш. шк., 2001. — 509 с.
10. **Глазовская М.А.** Технобиогермы — исходные физико-географические объекты ландшафтно-геохимического прогноза // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. — 1972. — № 6. — С. 21–34.
11. **Brooks N., Adger W.N., Kelly P.M.** The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation // Global Environmental Change. — 2005. — Vol. 15 (2). — P. 151–163.
12. **Luers A.L.** The surface of vulnerability: an analytical framework for examining environmental change // Global Environmental Change. — 2005. — Vol. 15 (3). — P. 214–223.
13. **Опекунова М.Г.** Опыт проведения экспертного анализа экологического состояния геосистем // Вестн. Санкт-Петерб. ун-та. Сер. География. Геоэкология. — 2001. — С. 71–87.
14. **Новиков М.А.** Интегрированная оценка экологической уязвимости акватории Белого моря // Экологические системы и приборы. — 2006. — № 1. — С. 21–27.
15. **Дмитриев В.В.** Интегральные оценки состояния сложных систем в природе и обществе // Биосфера: междисциплинар. науч. и прикл. журн. — 2010. — № 4. — С. 507–520.
16. **Зотов С.И., Покровский А.В., Кесорецких И.И., Зотов И.С.** Значимость рельефа для оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям // Вестн. Балт. федер. ун-та. — 2013. — Вып. 1. — С. 46–52.
17. **Кесорецких И.И., Зотов С.И.** Методика оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям // Вестн. Балт. федер. ун-та. — 2012. — Вып. 1. — С. 51–57.
18. **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 Междунар. конф. — Кемерово, 2015. — С. 120–126.
19. **Заповедники России. Заповедники Сибири** / Ред. Д.С. Павлов, В.Е. Соколов, Е.Е. Сыроечковский. — М.: Логос, 2000. — Т. 2. — С. 110–121.
20. **Буко Т.Е., Шереметова С.А., Эбель А.Л.** Подкатунская грива (Горная Шория): очерк флоры и растительности, перспективы охраны // Вестн. Том. ун-та. — 2007. — № 30 (2). — С. 102–106.
21. **Буко Т.Е., Шереметова С.А., Куприянов А.Н., Лашинский Н.Н., Манаков Ю.А., Яковлева Г.И.** Ключевые ботанические территории Кемеровской области. — Кемерово: Изд-во Кемер. регион. экол. обществ. организации «Ирбис», 2009. — 112 с.
22. **Шереметова С.А.** Список сосудистых растений бассейна реки Томи // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2011. — Вып. 17. — С. 43–94.
23. **Красная книга Кемеровской области. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов.** — Кемерово: Азия-принт, 2012. — 208 с.
24. **Красная книга Кемеровской области. Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных.** — Кемерово: Азия-принт, 2012. — 192 с.
25. **Яшина Т.В.** Индикаторы оценки биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона: Руководство по использованию [Электронный ресурс]. — http://www.altai-sayan.ru/doc/Indikator_biodiver.pdf (дата обращения 27.09.2016).
26. **Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона: опыт выделения** / Ред. И.Э. Смелянский, Г.А. Пронькина. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2009. — 260 с.
27. **Биологическое разнообразие Алтае-Саянского экорегиона** / Ред. А.Н. Куприянов. — Кемерово, 2003. — 156 с.
28. **Стрельникова Т.О.** Чужеродные виды во флоре Кемеровской области // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. — 2013. — Вып. 19. — С. 114–122.
29. **Экологическая карта Кемеровской области. М-б. 1:500 000** / Ред. И.М. Гаджиев, Г.И. Грицко. — Новосибирск, 1995. — 1 л.
30. **Мониторинг, оценка и прогноз состояния окружающей природной среды на основе современных информационных технологий** / Отв. ред. А.Н. Куприянов. — Кемерово: Изд. дом «Азия», 2013. — 112 с.
31. **Критерии оценки экологической обстановки для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия.** — М.: Изд-во Минприроды РФ, 1992. — 58 с.

Поступила в редакцию 23 ноября 2016 г.