

ПОСТТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ КАК РЕНАТУРАЦИОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ КМА)

П. В. Голеусов,

доцент, НИУ «БелГУ», Goleusov@bsu.edu.ru,

О. А. Чепелев,

начальник отдела геоинформатики, НИУ «БелГУ»,

О. М. Самофалова,

аспирант, НИУ «БелГУ»,

М. П. Суханова,

аспирант, НИУ «БелГУ»,

Е. Г. Афанасьев,

аспирант, НИУ «БелГУ»

Представлены результаты исследования процесса ренатурации посттехногенных геосистем карьерно-отвальных комплексов Курской магнитной аномалии. Определены возможности расширения экологической сети территории путем включения в нее участков самовосстановления нарушенных геосистем. Предложено рассмотрение таких участков как ренатурационного фонда для формирования экологического каркаса территории. Анализ данных дистанционного зондирования (NDVI) карьерно-отвальных комплексов показал, что участки ренатурации геосистем составляют от 20 до 70 % площади техногенных массивов. В ходе полевых исследований установлено, что на участках самозарастания активно формируются новообразованные почвы с мощностью гумусового горизонта до 80 мм. На отвалах происходит становление полночленных экосистем, в которых представлены все трофические уровни. Включение таких участков ренатурационного фонда в экологическую сеть территории позволит увеличить площадь естественных рефугиумов на 3708 га. Это значительно превышает площадь особоохраняемых территорий района исследований.

Results of the research renaturation process in posttechnogenic geosystems career-dump of the Kursk Magnetic Anomaly are submitted. Opportunities to expand the ecological network by incorporating areas of self-healing damaged geosystems have been determined. Consideration of such sites as renaturation fund for the formation of ecological network is prompted. The analysis of remote sensing data (NDVI) in career-dump systems showed that renaturation sites geosystems amount from 20 to 70 % of the area of techogenic damaged surfaces. Actively forming young soils with humus horizon of up to 80 mm in self-overgrowing areas were found during field studies. Complete ecosystems with all trophic levels are formed on the dumps. The inclusion of such sites renaturation fund in ecological network of areas will increase the area of natural refuges on 3708 hectares. This area is significantly larger than the area of natural reserves in the study region.

Ключевые слова: посттехногенные геосистемы, ренатурация геосистем, экосети, дистанционное зондирование, вегетационный индекс NDVI.

Keywords: posttechnogenic geosystems, geosystem renaturation, ecological network, remote sensing, Vegetation Index NDVI.

Концепция экологического каркаса (в англоязычной научной литературе — экологической сети, ecological network) подразумевает выделение, наряду с узловыми территориями (ядрами), экологическими коридорами и буферными зонами, также и реставрационных территорий — участков, нуждающихся в экологической реставрации (или в более широком смысле — реабилитации) с целью превращения в опорный элемент каркаса одного из трех вышеперечисленных типов [1—3]. В связи с тем что наиболее интенсивное нарушение природных геосистем происходит в районах промышленного освоения территорий, они в наибольшей степени нуждаются в формировании экологических сетей именно за счет нарушенных геосистем, находящихся в посттехногенной фазе развития. В этом случае может быть решено сразу несколько задач экологической оптимизации техногенно нарушенных геосистем: 1) воспроизводство деградированных или уничтоженных природных компонентов (растительности, почв, животного мира); 2) создание буферных «зеленых поясов» вокруг функционирующих техногенных объектов; 3) преодоление фрагментации природных биотопов за счет появления новых регенерационных экологических коридоров; 4) формирование дефицитных зон экологической компенсации, допускающих ограниченное природопользование; 5) эстетическая реабилитация бедлендов.

Экологическая сеть территории, как пространственная совокупность функционирующих в квази-природном режиме экосистем, является не столько объектом «конструирования», сколько субъектом процесса сетевой самоорганизации природной среды, противостоящей ее техногенной фрагментации. Этот процесс можно рассматривать как составную

часть *экологической ренатурации* антропогенно нарушенных геосистем [4], сопровождающейся спонтанным самовоспроизводством нарушенных/уничтоженных компонентов (растительности, почв, микробиоты, фауны). Ренатурирующие геосистемы формируют естественные пространственные структуры экологической сети — ее *ренатурационный фонд*, который является более органичным и закономерным элементом формируемого каркаса, чем так называемый реставрационный фонд, требующий проведения мероприятий по принудительной реставрации нарушенных земель [5].

Уникальным полигоном для конструирования экологического каркаса промышленно освоенной территории может служить Старооскольско-Губкинский промышленный район, сформированный зоной развития горнодобывающих и металлургических производств Курской Магнитной аномалии (КМА). Эта уникальность связана как со своеобразием лесостепных ландшафтов Приосколья, так и с парадоксальным соседством карьерно-отвальных комплексов, агроландшафтов и урбогеосистем с заповедными территориями (участки «Ямская Степь» и «Лысые Горы» ГПЗ «Белогорье»). Горнопромышленные ландшафты (Лебединский и Стойленский ГОКи), селитебные территории, агроландшафты, транспортные магистрали формируют очаги антропогенизации природной среды, иногда — трудно преодолимые барьеры для процессов биологической миграции, способствуют значительной фрагментации природных и квазиприродных ландшафтов. При этом из структуры земель экологического фонда исключаются не только участки с плакорным типом местности, но и элементы овражно-балочно-долинной сети (ОБДС), которая служит «последним прибежищем» для природных сообществ в районах интенсивного землепользования. Так, в бассейне р. Осколец — правого притока р. Оскол — участки с естественной растительностью в ОБДС, лесные массивы и лесные полосы, которые могут служить элементами экологического каркаса, составляют 24,77 % общей площади.

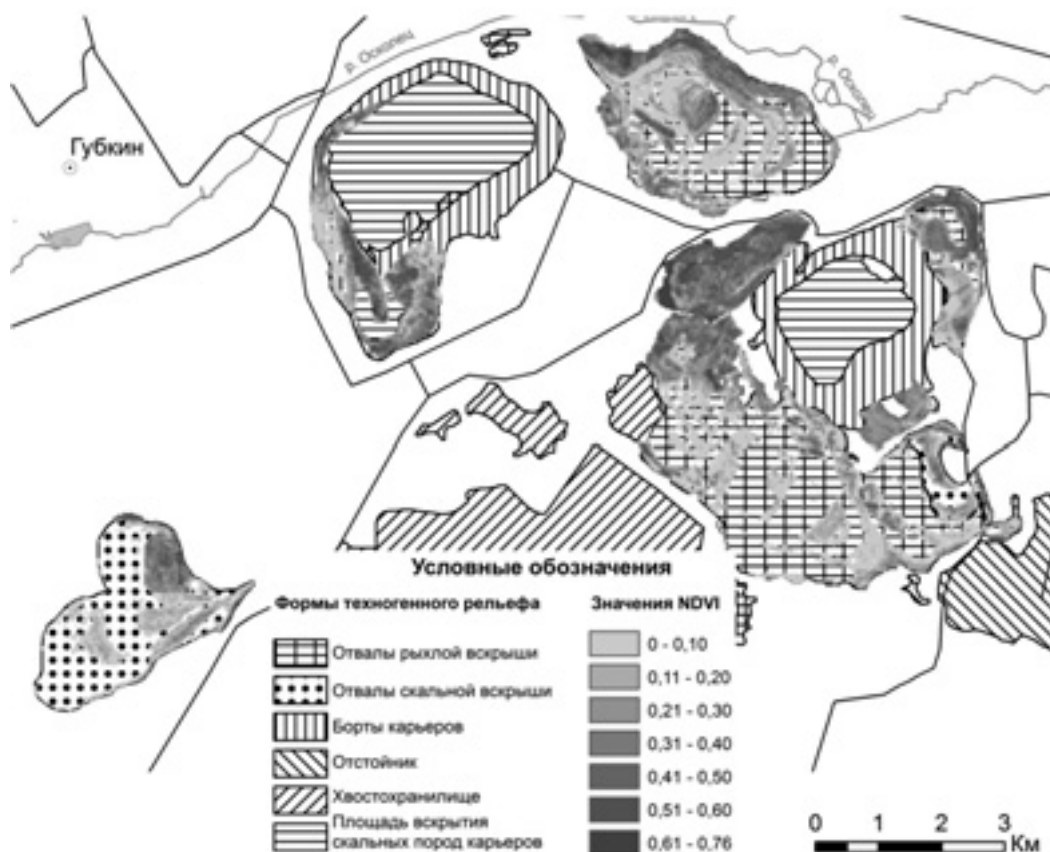
Техногенная динамика и ренатурационные процессы в техногенных геосистемах Лебединского и Стойленского ГОКов исследованы с использованием дистанционных методов — путем дешифрирования космических снимков и расчета индекса NDVI (Normalized Differences Vegetation Index) [6]. Для проведения исследований были отобраны шесть космоснимков со спутников серии Landsat, охватывающих промежутки с 1988 по 2011 г. Пространственное

разрешение снимков (30 м) и количество спектральных диапазонов позволили проанализировать процесс самозарастания карьерно-отвальных комплексов Старооскольско-Губкинского промышленного узла. Все снимки получены в весенне-летний период, когда покрытые растительностью площади имеют максимальные показатели вегетационного индекса. Обработка снимков выполнена с использованием лицензионного программного обеспечения ArcGIS 10 и ENVI 4.6. Границы отвалов выделены методами инструментально-визуального дешифрирования и использованы в качестве масок для изучения самозарастания. По каждому космоснимку рассчитаны значения вегетационного индекса NDVI. С помощью операции Density Slice по созданным маскам были отфильтрованы отрицательные значения NDVI, характерные для невегетирующих поверхностей.

По результатам дешифрирования спутниковых снимков установлено, что в период с 1988 по 2011 г. наименьшие темпы роста площади отвалов рыхлой вскрыши, не покрытых растительностью, наблюдались с 1992 по 2000 г. Площадь этого вида отвалов прирастала не более чем на один гектар в год, а в период с 1995 по 2000 г. наблюдалось сокращение площади активных отвалов как за счет рекультивации, так и в результате самозарастания. Иная тенденция характерна для отвалов скальной вскрыши, не занятые растительностью площади которых неуклонно растут со средней скоростью 14 га в год. За четыре последних года в ряде наблюдений с 2007 по 2011 г. оба вида отвалов продемонстрировали беспрецедентный рост: площади отсыпки и переэкскавации отвалов рыхлой и скальной вскрыши увеличивались в среднем на 55 и 30 га в год соответственно.

Анализ картограммы значений вегетационного индекса NDVI (рисунок) показал, что на большей части карьерно-отвальных комплексов растительный покров изрежен, а значения вегетационного индекса не превышают 0,3. Отвалы скальной вскрыши в меньшей степени подвержены самозарастанию, что связано с неблагоприятностью их эдафических условий.

Величины NDVI, сопоставимые с типичными значениями для произрастающих вне зоны нарушения лиственных лесов (0,6—0,8), получены только для рекультивированных участков с возрастом 19 и более лет. При этом данные визуального дешифрирования не подтверждают наличия высокой сомкнутости крон, а завышенные значения NDVI объясняются более молодым возрастом древостоев, произрастаю-



Картограмма значений вегетационного индекса NDVI карьерно-отвальных комплексов Лебединского и Стойленского ГОКов (по снимку Landsat от 02.06.2011)

щих на отвалах, в сравнении с возрастом деревьев в климаксных сообществах лесов.

Очевидно, что геоморфологические, субстратные и микроклиматические условия карьерно-отвальных комплексов замедляют самостоятельное воспроизводство лесных экосистем и наиболее эффективно этот процесс протекает только после проведения технического этапа рекультивации. Наибольшие значения вегетационного индекса фиксируются в зонах концентрации стока между грядами и у подножия отвала вне зоны интенсивного накопления коллювия. На отвалах рыхлой вскрыши существуют участки с выраженным растительным покровом (NDVI более 0,5), способные играть роль ядер ренатурации. По этой причине более благоприятные условия для самозарастания имеются в северо-западной и восточной частях отвала Лебединского ГОКа и в южной части отвала Стойленского ГОКа.

Полевые исследования, направленные на диагностику ренатурационных процессов в посттехногенных геосистемах, проведены на отвалах Лебединского ГОКа — отвале скальной вскрыши (№ 1) и рыхлой вскрыши (№ 2),

существенно различающихся субстратными условиями. Первый сложен преимущественно неокисленными и в разной степени окисленными железистыми кварцитами и их элювием, а второй — рыхлыми мело-мергельными, супесчаными и суглинистыми вскрышными породами. Площадь поля ренатурации (участки самозарастания и рекультивации) отвала № 1 составляет 20,87 % его поверхности, на отвале № 2 — 37,0 %. Отвал № 2 отличается более благоприятными условиями регенерации почвенно-растительного покрова, поэтому темпы и эффективность ренатурации на нем более высокие. Исследования проведены в июле 2011 г. на 15 учетных площадках (7 — на отвале № 1 и 8 — на отвале № 2). Возраст поверхностей — более 25 лет. На исследованных участках отвалов сформировались новообразованные почвы с мощностью гумусового горизонта от 35 до 80 мм. Средняя скорость формирования гумусового горизонта новообразованных почв составляет 11,75 т/га/год на отвале № 1 и 24,46 т/га/год — на отвале № 2. Проектное покрытие травянистой растительности на отвалах зависит от степени благоприят-

ности эдафических свойств и варьирует в середине вегетационного периода от 25 до 90 %. В ходе обследования отвалов отмечено активное заселение новообразованных биотопов орнитофауной, наличие лисьих нор. Это позволяет утверждать, что на отвалах формируются полночленные биоценозы, чему способствует разнообразие местообитаний и низкий уровень антропогенного воздействия.

Посттехногенные ренатурирующие геосистемы отвалов горнорудных предприятий способствуют существенному увеличению площади естественных биотопов — более чем на

3,7 тыс. га. Включение их в структуру экологического каркаса бассейна р. Осколец позволит увеличить его площадь по отношению к существующей на 18 % (2319 га). Для сравнения, площадь заповедного участка «Лысые горы» с охранной зоной составляет 860 га. Таким образом, земли ренатурационного фонда могут существенно повысить естественную защищенность промышленно освоенной территории, фактически выполняя функцию формирования квазиприродных зон экологической компенсации, имеющих биосферное значение.

Библиографический список

1. Bennett G. Towards a European Ecological Network. — Arnhem: Institute for European Environmental Policy, 1991. — 80 p.
2. Bennett G., Wit P. The Development and Application of Ecological Networks. A Review of Proposals, Plans and Programmers. — Amsterdam: AIDEnvironment, 2001. — 132 p.
3. Андреев А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети / Под ред. П. Н. Горбуненко. — Кисшинев: BIOTICA, 2002. — 168 с.
4. Голёусов П. В. Ренатурация техногенно нарушенных земель // Экология ЦЧО РФ. — № 2 (9). — 2002. — С. 121—124.
5. Елизаров А. В. Экологический каркас — стратегия степного природопользования XXI века // Самарская Лука. — 2008. — Т. 17. — № 2 (24). — С. 289—317.
6. Кондратьев К. Я., Козодеров В. В., Федченко П. П. Аэрокосмические исследования почв и растительности. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. — 229 с.

Posttechnogenic geosystems as renaturation elements of ecological network (case study of career-dumping complex of Kursk magnetic anomaly)

P. V. Goleusov, Associate Professor, Goleusov@bsu.edu.ru,

O. A. Chepelev, head of the department of Geoinformatics,

O. M. Samofalova, postgraduate student,

M. P. Sukhanova, postgraduate student,

E. G. Afanasyev, postgraduate student,

National Research University «Belgorod State University»

References

1. Bennett G. Towards a European Ecological Network. — Arnhem: Institute for European Environmental Policy, 1991. — 80 p.
2. Bennett G., Wit P. The Development and Application of Ecological Networks. A Review of Proposals, Plans and Programmes. — Amsterdam: AIDEnvironment, 2001. — 132 p.
3. Andreev A. V. Biodiversity Assessment, Monitoring and Econet. Ed. P. N. Gorbunenko. — Chisinau: BIOTICA, 2002. — 168 p.
4. Goleusov P. V. Renaturation of anthropogenic disturbed geosystems. Ecology of the Central Chernozem Region of Russia. — No. 2 (9). — 2002. — P. 121—124.
5. Elizarov A. V. Ecological network — a strategy of steppe nature management XXI century. Samarskaya Luka. — 2008. — V. 17. — No. 2 (24). — P. 289—317.
6. Kondratyev, K. Y., Kozoderov V. V., Fedchenko P. P. Space-aero researches of soil and vegetation. — Leningrad: Gidrometeizdat, 1986. — 229 p.