



УДК 502/504
ББК 20.1

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОСИСТЕМ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.М. Хаванская

Проведен анализ методических подходов к выявлению устойчивости геосистем к антропогенному воздействию. Выделены и рассмотрены природные и антропогенные факторы устойчивости. Предложена методика оценки устойчивости геосистем к воздействию добывающей промышленности.

Ключевые слова: *устойчивость геосистем, антропогенное воздействие, антропогенные факторы, природные факторы.*

Усиление антропогенного воздействия на природные комплексы, особенно при добыче полезных ископаемых, привело к необходимости проведения геоэкологической оценки последствий этого воздействия, одной из главных составляющих которой является определение устойчивости геосистем, находящихся в зоне функционирования геогорнотехнических систем.

В теоретических и прикладных геоэкологических исследованиях понятию устойчивости уделено особое внимание. По мнению А.А. Чибилева, устойчивость (гомеостатичность, резистентность, стабильность) проявляется в способности ландшафтов и экосистем к саморегуляции после оказанного воздействия [6]. Как способность сохранять структуру населения и функционирование или восстанавливаться после антропогенного воздействия характеризует потенциал устойчивости ландшафта Б.И. Кочуров [2]. Согласно утверждению Н.Ф. Реймерса [4, с. 544], устойчивость экосистемы – это ее способность сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов.

Зная пределы устойчивости геосистем, можно обосновывать и устанавливать макси-

мальные нагрузки на их исходное состояние, допускающие возможность их восстановления, реализовывать цели экологического нормирования, эколого-географического прогнозирования и экспертизы.

В эколого-географических исследованиях предлагаются различные методики по определению устойчивости геосистем как в целом к антропогенному воздействию, так и при воздействии отдельных антропогенных факторов, однако нет единой, универсальной. Этот факт говорит о важности и в то же время сложности и проблематичности определения устойчивости.

В Волгоградской области ежегодно разрабатывается от 40 до 50 месторождений минерально-строительного сырья, извлекаются миллионы тонн горных пород (песка, известняков, мела, глины). Открытый способ добычи наносит наибольший ущерб окружающей природной среде: коренным образом изменяется литогенная основа ландшафта, нарушается гидрогеологический режим, образуется депрессионная воронка, по бортам карьеров и поверхностям отвалов активизируются неблагоприятные инженерно-геологические процессы, уничтожается почвенно-растительный покров. Нарушаются процессы накопления вещества и энергии в ландшафте, происходит запыление атмосферы, и в итоге – исчерпание ресурсного потенциала. Поскольку карьер-

еры являются локальными объектами, уместно рассматривать воздействие на природную среду группы карьеров. Всего на территории области выделяются 7 ареалов концентрации объектов добывающей промышленности нерудных строительных материалов: Жирновский, Камышинский, Себряковский, Арчединский, Донской, Дубовский, Волгоградский.

Следует отметить, что оценка устойчивости геосистем к воздействию добывающей промышленности может быть осуществлена в двух направлениях: во-первых, при определении потенциальной устойчивости природных геосистем, во-вторых, при определении устойчивости преобразованных природно-антропогенных геосистем. Поскольку карьеры расположены на территориях активного хозяйственного освоения, исследование осуществлено в рамках второго направления.

Методической основой для выделения факторов устойчивости послужила общая методика, предложенная К.И. Лопатиным и С.А. Сладкопепцевым [3], адаптированная к региональным условиям. Такая методика должна обеспечивать достижение цели сравнительного анализа устойчивости разнокачественных геосистем и удовлетворять следующим критериям: доступность информации о значении факторов, учет природных и антропогенных факторов, простота в применении.

Среди природных факторов, влияющих на степень устойчивости геосистем к воздействию добывающей промышленности, были выделены следующие:

1. Геологические характеристики, которые определяют прочность горных пород, следовательно, их устойчивость к разным видам выветривания. Показатель – качество поверхностных отложений. Демонстрирует вертикальные связи в геосистеме.

2. Геоморфологические характеристики, влияющие на интенсивность проявления эрозионных процессов, а также направление миграции химических элементов в геосистеме, то есть поддерживающие механическую, физическую и химическую форму движения материи в круговороте веществ. Показатель – угол наклона территории. Характеризует вертикальные связи в геосистеме.

3. Гидрогеологические характеристики. В добывающей промышленности влияют на

масштабы разработки (глубину карьерной части, увеличение карьера вширь). Показатель – глубина залегания грунтовых вод.

4. Климатические условия. Воздействуют на формирование растительного покрова, его видовое разнообразие, жизненные формы, биопродуктивность, а также на интенсивность термического выветривания, водную и ветровую эрозию. Синтетическим показателем, определяющим баланс тепла и влаги в геосистеме, является гидротермический коэффициент [1], который и подлежит оценке.

5. Эдафические условия. Характеризуют механические и химические свойства почв. Вместе с климатическими условиями влияют на скорость восстановления растительного покрова на территориях, подверженных антропогенному воздействию. Показатель – содержание гумуса в почвах [там же].

6. Биотические условия. Показатель – первичная биологическая продуктивность геосистем.

К числу антропогенных факторов были отнесены:

1. Масштабы эрозии почв. Отражают потерю плодородия, сказываются на снижении темпов восстановления растительного покрова, соответственно, влияют на высшую биологическую форму движения материи в круговороте веществ. Показатель – снижение содержания гумуса.

2. Экологический каркас территории, или соотношение площадей естественных и антропогенных составляющих. Характеризует функциональную структуру, степень антропогенной нагрузки и направление преимущественного использования территории. Показатель – площадь антропогенной составляющей геосистем.

Предлагаемая методика основывается на определении интегральной оценки устойчивости по комплексу выделенных показателей, осуществляемом в рамках шести последовательных этапов.

Этап 1. Ранжирование показателей по уровню значимости. На этом этапе для постановки весов показателей по значимости используется метод анализа иерархий.

Этап 2. Определение границ показателей. В зависимости от качества, степени проявления показателя ему присваивается низкий, средний или высокий уровень.

Этап 3. Определение баллов. С помощью весов, найденных на первом этапе, определяется сумма баллов, приходящаяся на каждый из показателей. Для расчета удобно использовать правило Фишберна [5]:

$$K_i = \frac{2(N - n + 1)}{N(N + 1)},$$

где K_i – максимальный балл для i -го показателя;

n – вес показателя;

N – общее количество показателей.

Правило Фишберна отражает тот факт, что об уровне значимости показателей неизвестно ничего, кроме того, что они расположены по порядку убывания значимости.

Этап 4. Распределение баллов по уровням осуществляется в три шага:

а) в высокий уровень ставится максимальный балл показателя, рассчитанный по критерию Фишберна;

б) для низкого уровня присваивается максимальный балл, деленный на три (количество уровней);

в) находим величину d – шаг по формуле:

$$d = (\text{балл высокого уровня} - \text{балл низкого уровня}) / 2.$$

Таким образом, балл среднего уровня равен баллу нижнего, увеличенного на шаг.

Этап 5. Расчет баллов. Суммируем баллы по всем показателям, получая интегральную оценку, характеризующую уровень устойчивости геосистемы к воздействию добывающей промышленности.

Этап 6. Преобразование числовых данных в выводы. Методика построена таким образом, что:

- максимально возможный балл равен 100, минимально возможный балл составляет 33;
- суммы от 33 баллов до 55 характеризуют низкую устойчивость геосистем;
- интервалы от 55 до 77 свойственны для геосистем со средней устойчивостью;
- суммы баллов выше 77 свидетельствуют о высокой устойчивости.

При применении для выделенных ареалов концентрации добывающей промышлен-

ности нерудных строительных материалов описанной методики были получены следующие результаты.

1. Жирновский ареал характеризуется высокой устойчивостью. Это во многом объясняется характеристиками природных факторов, особенно ролью агроклиматических условий, способствующих быстрому восстановлению почвенно-растительного покрова. Тем не менее, при увеличении степени антропогенной нагрузки на геосистемы, при дальнейшем снижении почвенного плодородия, а также с учетом того факта, что на поверхность выходят непригодные для биологической рекультивации карбонатные породы, можно прогнозировать снижение устойчивости.

2. Камышинский ареал. Устойчивость геосистем к воздействию добывающей промышленности средняя. Это объясняется усложнением природных условий: иссушением, снижением почвенного плодородия, выходом на поверхность песков. Увеличение антропогенной нагрузки нежелательно, так как природные условия не способствуют быстрому восстановлению природных комплексов.

3. Себряковский ареал характеризуется средней устойчивостью, что объясняется высокой степенью хозяйственного освоения, расположения в пределах ареала крупнейшего карьерно-отвального комплекса области (Себряковский карьер).

4. Арчединский ареал. По данным расчетов, устойчивость геосистем высокая. Это следствие влияния природных факторов, в первую очередь высокой биопродуктивности.

5. Донской ареал. Устойчивость геосистем ареала к воздействию добывающей промышленности в районе Донской излучины интерпретируется как высокая, причем такая оценка складывается под действием природных факторов. В районе Арчединско-Донских песков устойчивость средняя, что объясняется природными условиями и говорит о хрупкости геосистем. При увеличении антропогенной нагрузки последствия могут быть катастрофическими, тем не менее пока неблагоприятные для хозяйственной деятельности условия способствуют сохранению этого уникального ландшафта.

6. Дубовский ареал. Устойчивость геосистем интерпретируется как средняя. Учи-

тывая, что степень антропогенной нагрузки здесь несколько ниже, чем в рассмотренных выше ареалах, можно сделать вывод, что на это свойство геосистем решающее влияние оказывают природные факторы.

7. Волгоградский ареал. По результатам проведенного в соответствии с предлагаемой методикой исследования, геосистемы можно охарактеризовать как обладающие средней устойчивостью, однако по числовым значениям изученного показателя устойчивость приближается к низкой, что объясняется ухудшением качества природных условий и возрастанием антропогенной нагрузки.

Геосистемы Волгоградской области, находящиеся в зоне воздействия геогорнотехнических систем, обладают высокой и средней устойчивостью к воздействию добывающей промышленности, что в первую очередь определяется благоприятным сочетанием природных условий. Геосистемы, испытывающие интенсивную антропогенную нагрузку

(Волгоградский ареал), характеризуются устойчивостью, близкой к пограничному значению. Низкой устойчивости геосистем в рамках выделенных ареалов не установлено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтярева, Е. Т. Почвы Волгоградской области / Е. Т. Дегтярева, А. Н. Жулидова. – Волгоград : Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1970. – 320 с.
2. Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б. И. Кочуров. – Смоленск : СГУ, 1999. – 154 с.
3. Лопатин, К. И. Проблемы геоэкологии / К. И. Лопатин, С. А. Сладкопечев. – М. : МДВ, 2008. – 260 с.
4. Реймерс, Н. Ф. Природопользование. Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1980. – 637 с.
5. Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М. : Наука, 1978. – 358 с.
6. Чибилев, А. А. Введение в геоэкологию (эколого-географические аспекты природопользования) / А. А. Чибилев. – Екатеринбург : УрО РАН, 1998. – 124 с.

METHODICAL APPROACHES TO ESTIMATING THE INFLUENCE OF THE MINING INDUSTRY ON GEOSYSTEM STABILITY

N.M. Khavanskaya

The author presents an analysis of methodical approaches to measuring geosystem stability under anthropogenic impact. Natural and anthropogenic factors of stability are established and considered. The technique of estimation of geosystem stability to mining industry impact is offered.

Key words: *geosystem stability, anthropogenic impact, anthropogenic factors, natural factors.*