

УДК 911.2

ПОДХОДЫ К ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Р. В. Ряхов, В. П. Петрищев

*Институт степи УрО РАН, ул. Пионерская 11,
460000, г. Оренбург, Россия, remus.rv@gmail.com*

В статье рассматриваются изучение техногенной трансформации геосистем с применением спутниковых данных и индексов ландшафтной дифференциации. Определены особенности земле- и природопользования влияющие на снижение/усугубление негативных эффектов: самовосстановление геосистем, формирование залежного фонда, интенсификация недропользования.

Ключевые слова: техногеосистемы нефтегазовых месторождений; ландшафтная структура; индексы ландшафтной дифференциации; данные дистанционного зондирования; Оренбургская область.

APPROACHES TO GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE STEPPE ZONE

R. V. Ryakhov, V. P. Petrishchev

*Institute of Steppe, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Pionerskaya st. 11,
460000, Orenburg, Russia, remus.rv@gmail.com*

The article discusses the study of technogenic transformation of geosystems using satellite data and indices of landscape differentiation. Features of land and nature management that influence the reduction/exacerbation of negative effects have been identified: self-healing of geosystems, formation of fallow stock, intensification of subsoil use.

Keywords: technogeosystems of oil and gas fields; landscape structure; landscape differentiation indices; remote sensing data; Orenburg region.

Одной из важных проблем анализа структуры ландшафтных геосистем является объективная оценка динамики ее трансформации вследствие внешних и внутренних факторов. Классификация территории на основе использования разновременных космических данных позволяет изучить ландшафтные комплексы нефтегазовых месторождений. Геосистемы, связанные с добычей углеводородного сырья, имеют ландшафтные границы не разрушенные, а измененные в результате недропользования [1; 2; 3]. Исследования динамики структуры таких геосистем дают возможность выяснить направление и степень деструк-

тивных процессов. Выбраны два месторождения Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна на территории Оренбургской области — Росташинское и Зайкинско-Зоринское. Они расположены в юго-западной части Бузулукской впадины в районе сочленения Волго-Уральской антеклизы с Прикаспийской синеклизой и приурочены к Зайкинско-Росташинской структурной зоне. В физико-географическом отношении месторождения располагаются в пределах степной зоны Восточно-Европейской равнины относятся к Общесыртовско-Предуральской возвышенной провинции, подзоне северной степи, Бузулук-Присамарскому сыртово-увалистому придолинно-плакорному району [4; 5].

Одним из способов оценки трансформации структуры ландшафта служат различные коэффициенты, оценивающие степень выраженности классов (ландшафтное разнообразие) и контурности или фрагментированности, мозаичности (сложность структуры ландшафта). К ним относятся индексы хорологического, типологического и энтропийного разнообразия ландшафтной структуры: энтропийные меры разнообразия и сложности Шеннона, неоднородности Ивашутиной-Николаева, Одума, Глизона-Маргалефа, Симпсона, учитывающие количество составляющих ландшафтного рисунка, степень контурности, площади урочища и ландшафтных контуров, их порядковую нумерацию [6; 7; 8].

Для определения динамических особенностей изменения ландшафтной структуры в пределах месторождений и окружающих ландшафтов был применен геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования Земли из космоса (ДДЗ). Первым этапом проводился синтез пяти каналов ДДЗ по синему, зеленому, красному, ближнему и коротковолновому инфракрасному диапазонам. Далее проводилась неконтролируемая классификация спутниковых изображений IsoDATA (максимум 25 классов). По результатам ГИС-анализа получена статистическая база данных, отражающая пространственную структуру месторождений по временным срезам исследования. В ее состав входит информация о числе классов, количестве полигонов, суммарной и средней площади. На каждый период рассчитаны показатели по территориям техногеосистем и окружающих их ландшафтов, не затронутых техногенным воздействием. Эти данные послужили основой для расчета коэффициентов, характеризующих ландшафтное разнообразие и сложность для техногеосистемы Зайкинского и Росташинского месторождений (таблица).

Расчет коэффициентов, характеризующих ландшафтное разнообразие и сложность для техногеосистемы Зайкинского и Росташинского месторождений.

Месторождение (год)	Индекс разнообразия	Индекс сложности	Индекс Ивашутиной-Николаева	Индекс Симпсона-Одума	Индекс Гли-зона-Маргалефа	Индекс Симпсона
Зайкинское (1989)	-4,00	-3,98	0,97	0,29	5,77	0,94
Зайкинское (2018)	-3,53	-3,42	0,92	0,27	5,10	0,89
Росташинское (1989)	-3,96	-3,93	0,97	0,22	5,64	0,92
Росташинское (2018)	-3,87	-3,51	0,92	0,22	5,78	0,88

Индекс энтропийной сложности и разнообразия Шеннона указывает на степень упорядоченности морфологии ландшафта и учитывает степень выравненности контурности через оценку распределения площадей по каждому классу. Чем выше данный показатель, тем более дробной является структура ландшафта, тем большим количеством контуров она формируется [9]. Многоконтурность повышает устойчивость геосистемы. Степень фрагментации геосистемы может увеличиваться в результате приспособления к внешним природным факторам, выводящим ландшафтный комплекс из состояния равновесия. Такую же роль играют антропогенные процессы, активизация или стагнация которых, также способствует изменению контурности. Снижение показателя индекса Шеннона указывает на повышение экстремальности условий для геосистемы. Техногеосистема Зайкинского месторождения «пришла в движение» за счет восстановительной динамики залежных ровнядей, которые затем через смену сукцессионных стадий приведут к климаксовому состоянию структуры геосистемы.

Индекс дисперсии Симпсона характеризует степень доминирования отдельных природно-территориальных комплексов (обычно в ранге урочищ или подурочищ) в составе ландшафта [10]. За рассматриваемый период роль классов-доминантов в структуре геосистемы несколько уменьшилась за счет снижения уровня распаханности, сохранения границ сельскохозяйственных и разновозрастных залежей.

Индекс разнообразия Симпсона-Одума показывает, что техногеосистема Зайкинского месторождения относится к группе геосистем степной зоны с пониженным уровнем ландшафтного разнообразия. Ландшафт месторождения находится на грани деградации (при значении индекса 0,2) и загрязнения при активно происходящих антропогенных процессах. За 29 лет индекс снизился на 0,02. Данную

величину можно назвать комплексным показателем изменения антропогенной нагрузки. Значение индекса для Росташинского месторождения существенно ниже и неизменно на протяжении 1989-2018 гг. Состояние техногеосистемы данного месторождения следует оценивать как более кризисное по сравнению с Зайкинским.

Индекс Глизона-Маргалёфа отражает соотношение между контурностью и площадью территории. За 1989-2018 гг. значение индекса в пределах геосистемы Зайкинского месторождения существенно снизилось, а в пределах Росташинского месторождения незначительно возросло.

Коэффициент ландшафтной неоднородности предложен Л. И. Ивашутиной и В. А. Николаевым [11] зависит от числа групп ландшафтов и соотносится с их площадями, т.е. если территорию занимает только один вид ландшафтов, то значение коэффициента равно нулю. Анализ морфологической структуры ландшафта Зайкинского нефтегазового месторождения в 1989 и 2018 гг. показывает основные закономерности: общее количество классов (типы урочищ, в т.ч. природно-агрогенные и техногенные) сократилось (с 24 до 22) при значительном росте контурности (фрагментированности) более чем на 1/3 (35,1 %); сократилась средняя площадь классов при возрастании числа контуров в каждом из них; степень упорядоченности структуры геосистем нефтегазовых месторождений существенно изменилась в течение 1989-2018 гг. за счет повышения дробности и роста неупорядоченности (энтропии); сокращение количества классов (типов урочищ) в пределах техногеосистемы Зайкинского месторождения повлияло на показатель ландшафтной неоднородности в сторону ее сокращения. Анализ морфологической структуры ландшафта Росташинского нефтегазового месторождения в 1989 и 2018 гг. показывает основные закономерности: общее количество классов (типов урочищ) осталось стабильным при существенном снижении контурности (более чем на 25 %), т. е. сократилась степень дробности отдельных классов; рост неупорядоченности (энтропии) на месторождении противоречит общему снижению числа контуров, что свидетельствует о том, что в пределах отдельных классов произошло резкое снижение их количества, а в других — степень фрагментации практически не изменилась; сопоставимое количество классов и контуров при существенно различающейся площади техногеосистем Зайкинского и Росташинского месторождений показывает, что в сходных физико-географических условиях, сроках эксплуатации и объемах добычи, динамика техногеосистем нефтегазовых месторождений различных размеров обуславливает сходные закономерности. Данное обстоятельство указывает на целостность и полимасштабность техногеосистем, сформированных в результате добычи углеводородного сырья [12]. Значение коэффициента H_i (абсолютная организация ландшафта) отражает степень

выравненности геосистемы — насколько максимально возможное ее разнообразие отличается от реального. Для Зайкинского месторождения данный показатель в течение 1989-2018 гг. вырос, а для Росташинского — сократился.

Тенденции геосистем нефтегазовых месторождений заключаются в том, что их структура в советский период включала как объекты недропользования, так и систему сельскохозяйственного землепользования. При трансформации структуры экономики из системы природопользования стали выпадать в первую очередь сельскохозяйственные земли, что привело к формированию крупных массивов залежных земель, которые обладают высокой контурностью как результат сукцессионной динамики. Подобные залежные геосистемы широко охватили районы с нефтегазовыми месторождениями, поскольку деградация сельскохозяйственного производства происходила там быстрее за счет быстрого перетока трудовых ресурсов и снижения востребованности сельскохозяйственной продукции.

Исследование выполнено в рамках НИР ОФИЦ УрО РАН (ИС УрО РАН) № ГР АААА-А21-121011190016 -1.

Библиографические ссылки

1. Бузмаков С. А., Костарев С. М. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. 171 с.
2. Гареев А. М., Шакиров А. В. Природная среда и нефтегазовый комплекс Башкортостана. Географо-экологические аспекты взаимодействия. Уфа.: «Китап», 2000. 220 с.
3. Глазьева А. Б. Геоэкологическая оценка влияния нефтегазового хозяйства на окружающую среду Воронежской области. 2003. 24 с.
4. Географический атлас Оренбургской области / Под ред. А. А. Чибилева. М.: Изд-во: ДиК, 1999.
5. Чибилев А. А., Дебело П. В. Ландшафты Урало-Каспийского региона. Оренбург: Институт степи УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2006. 264 с.
6. Викторов А. С. Математическая морфология ландшафта. М.: Трапек, 1998. 180 с.
7. Викторов А. С. Рисунок ландшафта. М.: Мысль, 1986. 179 с.
8. Ганзей К. С. Оценка ландшафтного разнообразия вулканически активных островов // Известия РАН. Сер. географ. 2014. № 2. С. 61-70.
9. Shannon C. E. The mathematical theory of communication // Bell Syst. Techn. J. 1948. V. 27. P. 379-423.
10. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
11. Иващутина Л. И. Николаев В. А. К анализу ландшафтной структуры физико-географических регионов // Вест. МГУ. 1969. № 4. С. 49-59.
12. Хорошев А. В. Полимасштабность структуры географического ландшафта // Вопросы географии. Изд.: РГО, 2014. № 138. С. 101-122.