

УДК 911:332

DOI 10.17513/use.38041

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ЭКОГЕОСИСТЕМ ЕВРАЗИИ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Лобанов Л.В., Барабошкина Т.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва,
e-mail: ecolab@mail.ru

Актуальность темы обусловлена важностью систематизации факторов, приоритетных для идентификации и картографического документирования экогеосистем в районах развития энергетического сектора экономики для идентификации и минимизации экологического следа. Цель выполненной работы – совершенствование картографических моделей фиксации экологического следа в районах доминирования объектов энергетики для усовершенствования структуры природопользования в направлении экологической нейтральности и обоснования принятия управленческих решений. Достижение поставленной цели осуществлено комплексно на основе систематизации междисциплинарных данных: о функциональной организации района исследований, особенностях геологического строения, почвенных и биоресурсах региона. Анализ ретроспективных космических снимков, полевых и лабораторных исследований, картографирование качества ресурса геологического пространства для различных видов экономической деятельности показал положительный тренд в оптимизации эколого-ресурсного потенциала территории синхронно с реализацией концепции модернизации проектов газоснабжения жителей региона. На примере типового участка, расположенного в Центральной части Евразии, выявлены тенденции в достижении целей устойчивого развития (ЦУР-7, задача 7.б), на региональном уровне благодаря внедрению в практику автоматизированных газораспределительных станций (АГРС) нового поколения. Минимизация углеродного следа в энергетическом секторе страны актуальна для решения широкого спектра социально-экономических и геоэкологических региональных задач. Разработанная картографическая модель позволяет дифференцировать природные и антропогенные факторы риска, приоритетные для совершенствования систем геомониторинга, разработки программ рекультивации староосвоенных участков хозяйственной деятельности и для обоснования принятия управленческих решений в сфере достижения экологической нейтральности функционирования газотранспортных экогеосистем Евразии.

Ключевые слова: картографирование, типизация территории, эколого-геологические системы, Евразия, устойчивое развитие, энергетические услуги, экологическая нейтральность

MAPPING OF GAS TRANSMISSION ECOGEOSYSTEMS OF EURASIA: FROM THEORY TO PRACTICE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONS

Lobanov L.V., Baraboshkina T.A.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, e-mail: ecolab@mail.ru

The relevance of the topic is due to the importance of systematization of priority factors for identification and cartographic documentation of ecogeosystems in the areas of development of the energy sector of the economy for identification and minimization of the ecological footprint. The purpose of the work performed is to improve cartographic models of fixing the ecological footprint in areas dominated by energy facilities to improve the structure of environmental management in the direction of environmental neutrality and justification of management decisions. The achievement of this goal was carried out comprehensively on the basis of systematization of interdisciplinary data: on the functional organization of the research area, the features of the geological structure, soil and biorecources of the region. The analysis of retrospective satellite images, field and laboratory studies, mapping the quality of the geological space resource for various types of economic activity showed a positive trend in optimizing the ecological and resource potential of the territory synchronously with the implementation of the concept of modernization of gas supply projects for residents of the region. Using the example of a typical site located in the Central part of Eurasia, trends in achieving the Sustainable Development Goals (SDG-7, task 7.b) have been identified at the regional level due to the introduction into practice of automated gas distribution stations (AGRS) of a new generation. Minimizing the carbon footprint in the country's energy sector is relevant for solving a wide range of socio-economic and geo-ecological regional problems. The developed cartographic model makes it possible to differentiate between natural and anthropogenic risk factors that are priority for improving geomonitoring systems, developing programs for the reclamation of old-developed areas of economic activity and for justifying management decisions in the field of achieving environmental neutrality of the functioning of gas transmission ecogeosystems of Eurasia.

Keywords: mapping, territory typification, ecological and geological systems, Eurasia, sustainable development, energy services, environmental neutrality

Использование в энергетическом секторе экономики «голубого золота» на рубеже тысячелетий в Евразии инициировало интенсивное экономическое развитие горно-

добывающих регионов. Однако длительный период эксплуатации оборудования привел к формированию экологического следа в компонентах экогеосистем, особенно

в районах, имеющих в структуре широкий спектр разноплановых видов экономической деятельности [1–3].

Актуальность работы обусловлена значительными масштабами развития трубопроводного транспорта и топливно-энергетического комплекса на просторах Евразии и важностью снижения «экологического эха» от их эксплуатации для достижения экологической нейтральности в районах их функционирования [4–6].

Согласно Постановлению Кабинета Министров Республики Татарстан № 961 от 26.10.2019 «Об утверждении Плана мероприятий по газификации Республики Татарстан на 2019 год», успешно реализуется программа реконструкции газотранспортных систем, в которую вошла серия газораспределительных станций (ГРС), имеющих длительный период эксплуатации (от 30 и более лет), выработавших свой потенциал и требующих модернизации [4, 5] для решения задачи 7.b (ЦУР-7) «К 2030 году расширить инфраструктуру и модернизировать технологии для предоставления современных и устойчивых энергетических услуг для всех...» [6].

Цель работы – совершенствование картографических моделей фиксации экологического следа в районах доминирования объектов энергетики для усовершенствования структуры природопользования в направлении экологической нейтральности и обоснования принятия управленческих решений.

Материалы и методы исследования

Проведение картографических работ в юго-западной части пригорода г. Казани осуществлено на базе экогеосистемного подхода к анализу и обработке междисциплинарных данных, разработке легенд и структуры карт; анализу эколого-экономической истории эксплуатации ГРС, дешифрированию ретроспективных космоснимков, сбору и статистической обработке междисциплинарных данных о ресурсном потенциале территории с учетом синергетического взаимодействия смежных секторов экономики [7–9].

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение эколого-ресурсного потенциала региона шло поэтапно. Анализируемые компоненты природно-ресурсного потенциала юго-западного сектора пригорода г. Казани, в *геологическом аспекте* пред-

ставлены дочетвертичными отложениями пермской (ассельский, сакмарский и казанский ярусы) и неогеновой (плиоценовый отдел) систем [9]. Ассельские образования представлены доломитами светло-серыми микрослоистыми, а также реликтивно-органогенными в некоторых частях разреза с линзами кремня и прослоями гипсов и известняков. Практически повсеместное распространение имеют сакмарские отложения. Исключением являются глубокие эрозионные врезы в тальвегах палеодолины р. Волги и еще на ряде участков. Отложения казанского яруса распространены по всей территории за исключением глубоких врезов палеодолин. Они залегают с размывом на отложениях сакмарского яруса, имея закарстованную поверхность, и представлены в виде терригенно-карбонатных пород с характерной для исследуемой местности цикличностью разреза [9, 10]. Среди четвертичных отложений доминируют эоплейстоценовые, неоплейстоценовые и голоценовые (рис. 1).

Типизация эколого-геологических условий территории проведена на базе систематики полевых и картографических данных как о типах строения геологической среды (рис. 1), так и данных о строении почвенного и растительного покрова при учете особенностей экономической специализации и функциональной организации территории [5, 10].

По совокупности перечисленных параметров в пределах исследуемого участка было выделено девять типов экогеосистем (ЭГС), которые легли в основу разработки картографической модели эколого-геологических условий территории с учетом типов строения геосред, мозаики растительного покрова, хозяйственного использования территории (рис. 2).

Разработанная легенда «Карты эколого-геологических условий территории» состоит из ряда блоков. *Первый блок* представлен в виде интегральной матрицы (рис. 2), которая стала универсальной и была использована в различных типах разработанных эколого-геологических карт.

Второй блок отведен гидрологическим и действующим промышленным объектам. Выделенные типы экогеосистем на карте эколого-геологических условий показаны цветовым фоном, а для унификации представления каждой ЭГС присвоен интегральный индекс (показан римской цифрой), расшифровка которого дана в легенде к карте (рис. 2).

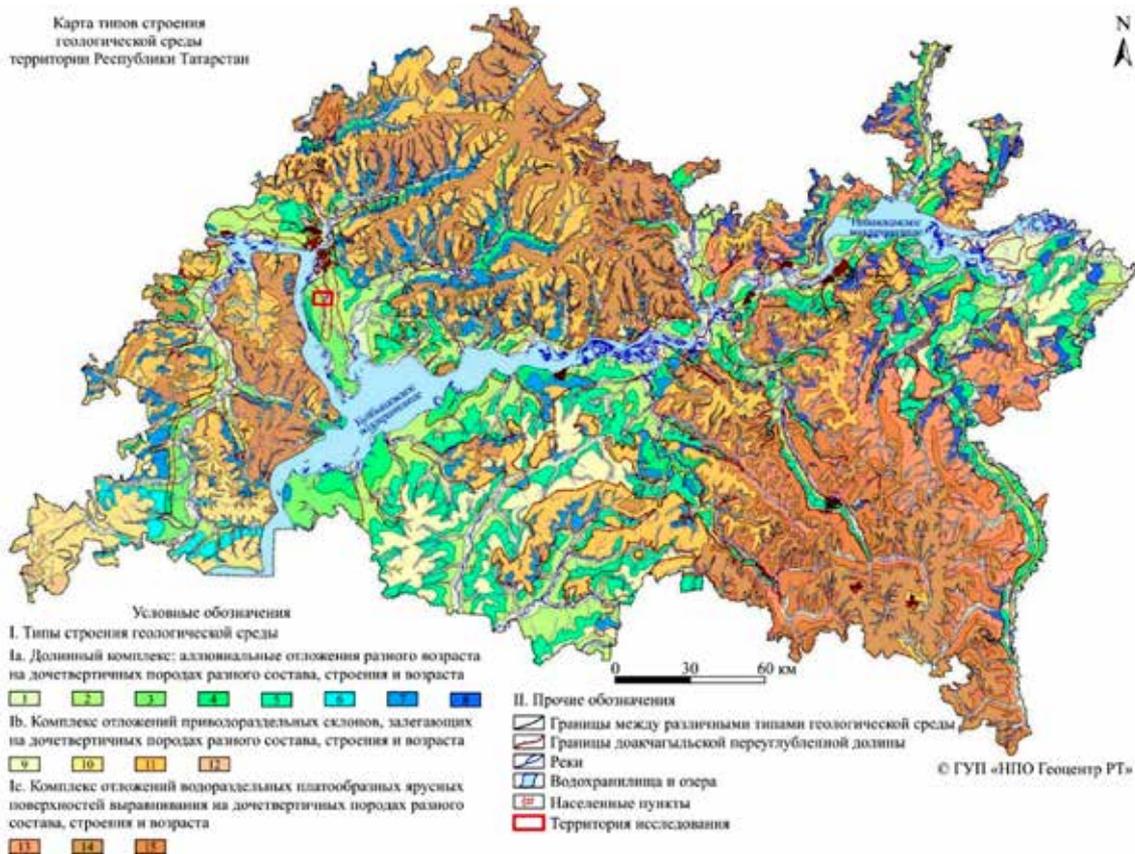


Рис. 1. Карта типов строения геологической среды территории Республики Татарстан по [9] с изменениями (в источнике приведена подробная характеристика типов строения геологической среды)

Основное влияние на биоту проявляется в замещении природных экогеосистем антропогенно-преобразованными, снижением биоразнообразия и сменой фитоценозов за счет сокращения ареалов флоры и фауны, а также трансформацией почвенного покрова.

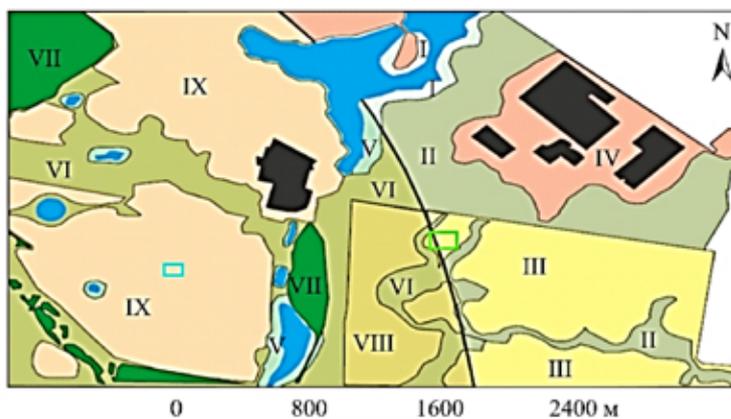
Максимальное площадное замещение природных почв антропогенно-преобразованными зафиксировано в пределах сел и приуроченных к ним приусадебных хозяйств, активным строительством в жилой зоне и экстенсивной эксплуатацией ГРС.

Разработка легенды к карте эколого-ресурсного районирования осуществлена на основе методики эколого-геологического картографирования. «Карты эколого-геологического районирования – оценочные карты, на которых в тех или иных категориях дается оценка современного состояния эколого-геологических условий, как правило, способом ранжирования их на классы состояний». Данные карты являются базовыми для составления прогнозов и выработки природоохранных рекомендаций, так как

наглядно отражают результаты комплексной оценки территории с позиций комфортности и безопасности проживания человека и функционирования геосистем [7].

Основной акцент в легенде карты районирования ставится на второй, оценочный блок, где систематизирована информация о критериальной базе, на основании которой по совокупности абиотических и биотических параметров (при использовании принципа доминанты наихудшего показателя) осуществлялась интегральная оценка выделенных типов ЭГС с учетом синергетического влияния различных видов хозяйственной деятельности в районе исследования (рис. 3).

Цветовая гамма в легенде карты выбрана в семафорном варианте и передает класс состояния ЭГС, сформировавшийся под влиянием естественно-исторических этапов геологического развития и деятельности энергетического сектора и смежных производств на стадии индустриального освоения исследуемой территории в перестроечный период развития экономики.



Условные обозначения

Матрица выделения эколого-геологических систем (ЭГС)

Абиотический компонент ЭГС				Функциональная организация территории	Биотический компонент ЭГС Растительные сообщества	Фактологическая формула ЭГС	Цвет и интегральный индекс ЭГС на карте
Подстилающие горные породы	Перекрывающие отложения	Гидрогеологические условия	Почва				
N₂ Плиоценовые отложения (N ₂) кзылорского и ачкамальского ретиворусов, представленные песками, алеврититами, глинами и гальчиком. Мощность отложений достигает 50 м, а в перетуглубленной долине 200 м	a¹Пms Плейстоценовые отложения 1-4-ой надпойменных террас (aП-III), в разрезе представлены московским горизонтом. Аллювиальные отложения 3-ей надпойменной террасы. Пески с гравием и галькой, прослоями торфов и илов (до 45 м)	N₂ Грунтовые воды аллювиальных отложений. Глубина залегания от 2-5 до 10 м. Воды пресные с минерализацией 0,2-0,8 г/л. Для плиоценовых безнапорных вод дебиты скважин составляют 3,3-8,3 л/с при пониженных уровнях до 17,0-21,0 м, удельные дебиты 0,2-0,4 л/с	Ал Аллювиальная изловато-перегнойно-глиеная	ЗСО Зона санитарной охраны	Л Разнотравно-злаковый луг	$N_2 - a^1Pms - N_2$ Ал - Л - ЗСО	I
			Ac + Act Комплекс агросерых и агротемно-серых почв	ЗТС Земли луговых сообществ	Л Разнотравно-злаковый луг	$N_2 - a^1Pms - N_2$ Ac + Act - Л - ЗТС	II
			СтУ Стратозем теплоумусный урбо-стратифицированный	ПЗ Пахотные земли	А Агрокультуры	$N_2 - a^1Pms - N_2$ Ac + Act - А - ПЗ	III
			СпПЗ Промышленная зона	Л Разнотравно-злаковый луг	$N_2 - a^1Pms - N_2$ СтУ - Л - СпПЗ	IV	
P₂kz Верхнепермские отложения казанского яруса (P ₂ kz), представленные глинами, мергелями, известняками, доломитами, песчаниками, конгломератами, алеврититами, ангидритами, гипсами. Мощность отложений 50-150 м	a¹Пms Плейстоценовые отложения 1-4-ой надпойменных террас (aП-III), в разрезе представлены московским горизонтом. Аллювиальные отложения 3-ей надпойменной террасы. Пески с гравием и галькой, прослоями торфов и илов (до 45 м)	P₂ Грунтовые воды аллювиальных отложений. Глубина залегания от 2-5 до 10 м. Воды пресные с минерализацией 0,2-0,8 г/л. Для верхнепермских безнапорных вод дебиты скважин составляют 3,0-6,0 л/с водопроводность - 100-1200 м/сут	Ал Аллювиальная изловато-перегнойно-глиеная	ЗСО Зона санитарной охраны	Л Разнотравно-злаковый луг	$P_{2kz} - a^1Pms - P_2$ Ал - Л - ЗСО	V
			Ac + Act Комплекс агросерых и агротемно-серых почв	ЗТС Земли луговых сообществ	Л Разнотравно-злаковый луг	$P_{2kz} - a^1Pms - P_2$ Ac + Act - Л - ЗТС	VI
			ЗЛФ Земли лесного фонда	Ле Смешанный лес	$P_{2kz} - a^1Pms - P_2$ Ac + Act - Ле - ЗЛФ	VII	
			ПЗ Пахотные земли	А Агрокультуры	$P_{2kz} - a^1Pms - P_2$ Ac + Act - А - ПЗ	VIII	
СпУ Стратозем теплоумусный урбо-стратифицированный	СпПЗ Промышленная зона	Л Разнотравно-злаковый луг	$P_{2kz} - a^1Pms - P_2$ СтУ - Л - СпПЗ	IX			

Прочие обозначения



Рис. 2. Карта-схема эколого-геологических условий территории в районе реконструкции ГРС

Порядка 30% изученных экогеосистем имеют класс «удовлетворительного состояния», а на 70% исследуемой площади идентифицирован класс «условно удовлетворительного состояния». К данному классу отнесены территории [9], прилегающие к трансграничным промышленным

объектам, а также площади проявления геологических процессов и геохимической миграции. В легенде они отражены фактологически: над каждым пунктом отбора проб почв и грунтовых вод в виде индексов показаны элементы, содержание которых отклоняется от регионального фона.

Класс состояния ЭГУ	Факторы, влияющие на эколого-геологические системы			Негативное влияние на биоту
	Абиотические			
	Геохимические Региональные значения	Геофизические	Геодинамические	
Условно удовлетворительный	В грунтовых водах и почвах отмечается превышение средних региональных значений по Mn, Fe, Cr, Cd, Hg. Также отмечается содержание нефтепродуктов	Напряженность магнитного поля достигает 0,541 кВ/м при норме 0,500 кВ/м	Отмечается подтопление территории и карстовые процессы. Осыпные и дефлюкционные процессы имеют на территории протяженность до 300 м	Ухудшение состояния и биоразнообразия растительных сообществ. Повышение заболеваемости на 1000 населения
Удовлетворительный	Превышение средних региональных значений отсутствует	Активность магнитного и электромагнитного полей минимальны	Опасные геологические процессы не проявлены	Значимого негативного влияния не оказывается



Рис. 3. Легенда карты эколого-ресурсного районирования территории в районе ГРС

По совокупности полученных данных для каждой экогеосистемы (рис. 4) исследуемого района был определен индекс качества геологического пространства территории для различных видов деятельности: проживания человека, естественного расселения биоты, создания лесопарковых зон, различных сфер агроиндустрии с учетом международных трендов в сфере зеленой экономики и экологических приоритетов природопользования [1, 3, 4].

Заключение

— Совершенствование методики построения картографических моделей позволило обосновать актуальность принятия управленческих решений по коррекции хозяйственного использования изученных экогеосистем для минимизации уровня экологического следа от предыдущих видов экономической деятельности и оптимизации

предоставления энергетических услуг на базе современных технологий.

— Проведенный анализ междисциплинарных данных, их картографическое документирование выявили положительные тренды в улучшении комфортности проживания населения на базе реализации комплексного подхода к модернизации газоснабжения региона для достижения целей устойчивого развития территории (ЦУР-7, задача 7.б).

— Разработанная картографическая модель позволяет дифференцировать природные и антропогенные факторы риска, приоритетные для совершенствования систем геомониторинга, рекультивации староосвоенных участков хозяйственной деятельности и обоснования принятия управленческих решений в сфере достижения экологической нейтральности функционирования газотранспортных экогеосистем Евразии.

Тип ЭГС	Качество ресурсов геологического пространства для:					Индекс качества геологического пространства территории	Рекомендации по использованию территории
	расселения человека	расселения животных и растений	создания лесопарковых зон	сельского хозяйства	животноводства		
I	2	2	2	3	2	222/32	Использование для сельского хозяйства
II	2	2	2	2	3	222/23	Использование для животноводства
III	3	3	2	3	3	332/33	Расселение животных, растений, человека, использование для животноводства и сельского хозяйства
IV	2	2	2	2	2	222/22	Использование для инженерно-хозяйственной деятельности
V	2	2	2	3	3	222/33	Использование для сельского хозяйства и животноводства
VI	2	3	2	3	2	232/32	Расселение животных, растений и использование для сельского хозяйства
VII	3	3	2	2	2	332/22	Возможны расселение и жизнедеятельность животных, растений и человека
VIII	2	3	3	3	3	233/33	Расселение животных, растений и возможность создания лесопарковых зон
IX	2	2	2	2	2	222/22	Использование для инженерно-хозяйственной деятельности

Рис. 4. Легенда к карте оптимизации качества ресурса геологического пространства в зоне реконструкции ГРС. Матрица выделения эколого-геологических систем показана на рис. 2

Список литературы

1. «Зеленая экономика»: Евразийское пространство / Под ред. Н.А. Борисенко. М., 2021. 319 с.
2. Эколого-геологические условия России. Трансформация экологических функций литосферы территории России под влиянием антропогенного воздействия и ее экологические последствия. Т. 2 / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2016. 280 с.
3. Яковенко Н.В. Экономический механизм эффективного природопользования: проблемы и приоритеты функционирования // Актуальные направления научных исследований XXI века. Теория и практика. Т. 10, № 4 (59). 2022. С. 126–136.
4. Луговской А.М. Технологическая безопасность России и ее обеспечение // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 1 (27). С. 53–57.
5. Схема территориального планирования Лаишевского муниципального района, 2015. Изд-во ГУП «Татинвестгразданпроект», Казань. [Электронный ресурс]. URL: [https://docplayer.ru/32398196-Shema-territorialnogo-planirovaniya-laishevskogo-municipalnogo-rayona-vypolnena-kollektivom-](https://docplayer.ru/32398196-Shema-territorialnogo-planirovaniya-laishevskogo-municipalnogo-rayona-vypolnena-kollektivom-specialistov-gup-tatinvestgrazhdanproekt.html)

- specialistov-gup-tatinvestgrazhdanproekt.html (дата обращения: 20.03.2023).
6. UN environment programme, Sustainable development goals, 2020. URL: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/sustainable-development-goals> (дата обращения: 30.04.2022).
7. Эколого-геологические карты (теоретические основы и методика составления) / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Высшая школа, 2007. 403 с.
8. Колесников С.Ф., Сладкопевцев С.А., Луговской А.М. Проблемы и перспективы картографического обеспечения геоэкологии // Известия высших учебных заведений. Геодезия и картография. 2020. Т. 64, № 3. С. 298–304.
9. Карта типов строения геологической среды территории Республики Татарстан. Масштаб 1:1 200 000. Казань: Изд-во ГУП «НПО Геоцентр РТ», Осипов В.И. (ред.). [Электронный ресурс]. URL: <http://tat-map.ru/Tematic/Geolog/Karta-tipy-stroeniya-GS.jpg> (дата обращения: 10.02.2023).
10. Лобанов Л.В., Барабошкина Т.А. Реконструкция газотранспортного комплекса в целях устойчивого развития региона // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. Ч. 2. Воронеж: ВГУ, 2019, С. 199–203.