

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ КАК ОСНОВА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

¹Копылов И.С., ²Лунев Б.С., ²Наумова О.Б., ²Маклашин А.В.

¹*Естественнаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, e-mail: georif@yandex.ru;*

²*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, e-mail: igeon@psu.ru*

Приведено определение геоморфологических ландшафтов, под которыми понимается совокупность форм рельефа верхней части литосферы, сформированных в результате действия геологических и физико-географических процессов, характеризующихся относительно однородным литологическим составом субстрата, характером четвертичных образований, геодинамическими, структурно-геоморфологическими и ландшафтно-геохимическими обстановками. На основе ландшафтно-геоморфологического анализа Пермского Приуралья и Урала, составлена карта геоморфологических ландшафтов. Она является одной из основ типологического геоэкологического и ландшафтно-геохимического районирования. Выделено 8 основных генетических типов ландшафтов: аккумулятивный (комплекс болотных отложений в речных долинах), эрозионно-аккумулятивный (комплекс речных террас), денудационно-эрозионный (комплекс склонов современной гидросети и водоразделов), эрозионно-денудационный – 2 (нижняя и средняя поверхность водоразделов Приуралья), денудационный (верхняя поверхность водоразделов), структурно-денудационный – 2 (низкого и среднего орографических уровней Урала). Разработана классификация генетических типов ландшафта с геолого-геоморфологической характеристикой и оценкой геодинамической и геохимической устойчивости. Дана характеристика природных и техногенных ландшафтов Среднего Урала и Приуралья и составлена геолого-экологическая карта Среднего Урала на ландшафтно-геоморфологической основе.

Ключевые слова: геоэкология, геоморфология, геологическая среда, ландшафты, ландшафтно-геоморфологический анализ, геоэкологическое картографирование

GEOMORPHOLOGICAL LANDSCAPES AS BASIS GEOECOLOGICAL ZONING

¹Kopylov I.S., ²Lunev B.S., ²Naumova O.B., ²Maklashin A.V.

¹*Natural Science Institute of the Perm State National Research University, Perm, e-mail: georif@yandex.ru;*

²*Perm State University, Perm, e-mail: igeon@psu.ru*

Definition of geomorphological landscapes is done. They represent a set of landforms upper lithosphere, formed as a result of geological and physiographic processes, characterized by relatively homogeneous lithological composition of the substrate, the nature of the Quaternary formations, geodynamic, structural-geomorphological and landscape-geochemical environment. Map of geomorphological landscapes Perm Ural and Priurals is based on landscape and geomorphological analysis. It is one of the foundations of the typological geo-environmental and landscape-geochemical zonation. 8 main genetic types of landscapes is selected, these include: accumulative (complex wetland sediments in river valleys), erosive-accumulative (complex river terraces), denudation and erosion (complex slopes modern riverine drainage and watersheds), erosion-denudation – 2 (lower and middle surface watershed of the Priurals region), denudation (the upper surface of the watershed), structural denudation – 2 (low and medium orographic levels of the Urals). Classification of genetic types of landscape with geological and geomorphological features and evaluation of the geodynamic and geochemical stability developed. Characterization of natural and man-made landscapes of the Middle Ural and Priurals is given. Geological and ecological map of the Middle Urals is compiled on the landscape-geomorphological basis.

Keywords: geoecology, geomorphology, geological environment, landscapes, landscape and geomorphological analysis, geoecological mapping

Вопросы типизации геологической среды применительно к решению задач геоэкологического картографирования разработаны недостаточно. Согласно методическим рекомендациям по составлению эколого-геологических карт, разработанных в ведущих институтах (ВСЕГЕИ, ВСЕГИН-ГЕО, ИМГРЭ), в качестве основы для их составления используется ландшафтный подход, который, как считается, обеспечивает наилучшим образом комплексную оценку экологического состояния территории [1]. Полностью всю эколого-геологическую об-

становку этот подход охарактеризовать не может (для комплексной оценки геоэкологических условий необходимо также эколого-гидрогеологическое и эколого-геодинамическое обеспечение) [2, 5]. Тем не менее ландшафтный подход играет важную роль в методике геоэкологического картографирования и районирования.

Методика и материалы исследования

Существует большое количество определений и понятий термина «ландшафт», при этом имеют место три основные трактовки: региональная, типологи-

ческая, общая. Геоморфологические ландшафты (термин ввел Я.С. Эдельштейн, 1947 [12]) выделяются при типологическом районировании (где ландшафт – это тип или вид природного территориального комплекса). Под *геоморфологическим ландшафтом* понимается совокупность форм рельефа верхней части литосферы, сформированных в результате действия геологических и физико-географических процессов, характеризующихся относительно однородным литологическим составом субстрата, характером четвертичных образований, геодинамическими, структурно-геоморфологическими и ландшафтно-геохимическими обстановками.

В качестве примера ландшафтного подхода с использованием геоморфологических ландшафтов для составления карт геоэкологических условий и районирования в разных масштабах анализируется территория Пермского края (площадь 160,6 тыс. км², масштаб 1:500 000) и ее восточная часть на Среднем Урале (листы О-40-Х и О-40-ХVI, площадь 8 тыс. км², масштаб 1:200 000). Для всей территории Пермского края проведены ландшафтно-геоморфологический и комплексный геоэкологический анализы, проведена типизация природных и техногенных ландшафтов, проведено картирование современных ландшафтов

по дешифрированию космических снимков [2–4], изучены и систематизированы формы рельефа [7, 10]. Геоэкологический анализ Среднего Урала выполнен на основе материалов ФГУП «Геокарта-Пермь» по геоэкологическому картографированию масштаба 1:500 000 и геологическому доизучению масштаба 1:200 000 [6–8].

Результаты исследований и их обсуждение

Характеристика геоморфологических ландшафтов Пермского Приуралья и Урала

На основе ландшафтно-геоморфологического анализа Пермского Приуралья и Урала, составлена карта геоморфологических ландшафтов, которая является одной из основ типологического геоэкологического и ландшафтно-геохимического районирования территории Пермского края. Разработана классификация генетических типов ландшафта с геолого-геоморфологической характеристикой и оценкой геодинамической и геохимической устойчивости (рис. 1).

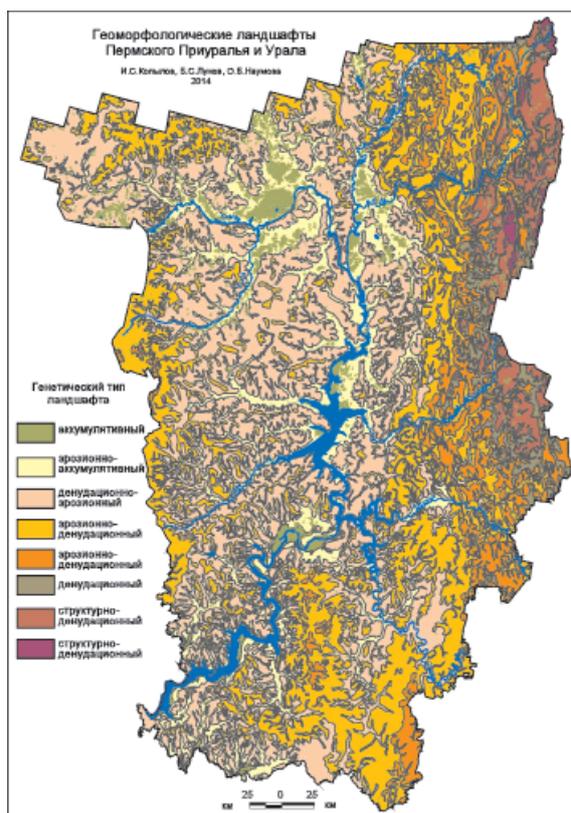


Рис. 1. Карта геоморфологических ландшафтов Пермского Приуралья и Урала и классификация генетических типов ландшафта

Основными элементами геоэкологической и ландшафтно-геохимической карты Пермского края являются геоморфологические (генетические) ландшафты. Выделено 8 основных генетических типов ландшафтов:

Генетический тип ландшафта	Геоморфологическая характеристика		Характеристика отложений			Оценка устойчивости	
	Геоморфологический элемент рельефа	Уровни, рельефом	коренных пород	рыхлых	мошность, м	геодинамическая	геохимическая
Аккумулятивный	Речные долины (комплекс болотных отложений)	< 120 – 160		торф, оторфованные суплики	1-2 (до 7)	низкая	низкая
Эрозивно-аккумулятивный	Речные долины (комплекс речных террас)	< 120 – 180		суплики, глины, псамм, гравий	3 – 5 (до 20)	низкая и средняя	низкая и средняя
Денудационно-эрозивный	Склоны современной гидросети и водоразделов	140 – 200	Глины с прослоями известняков, песчаников	глины и суплики с дресвой	2 – 3 (до 10)	низкая и средняя	средняя
Эрозивно-Денудационный	Водораздельные возвышенности и их склоны	нижняя	Глины, алевролиты, известняки, мерзели	глины и суплики с дресвой, щебнем и глыбами	1 – 5 (до 20)	средняя	средняя
Эрозивно-Денудационный		средняя	200 – 300	Глины, алевролиты, песчаники, мерзели	глины и суплики с дресвой, щебнем и глыбами	(до 25)	средняя и высокая
Денудационный	верхняя	> 300 (до 500)	Глины, псамм, галечники, алевролиты, песчаники, известняки	валуны, галечник, гравий, щебень, суплики	0,5 – 3 (до 50)	средняя	средняя
Структурно-Денудационный	Водораздельные по склоны и эрозивные депрессии	низкий уровень	Песчаники, известняки, алевролиты, габродиабазы	щебенисто-глыбистый материал, валуны, галечник, гравий, псамм, суплики		средняя	средняя
Структурно-Денудационный		средний уровень	> 750	Кварцито-песчаники, мрамора, габродиабазы, гранито-гнейсы		0-3 (до 10)	средняя

аккумулятивный (комплекс болотных отложений в речных долинах), эрозивно-аккумулятивный (комплекс речных террас), денудационно-эрозивный (комплекс склонов современной гидросети и водоразделов),

эрозионно-денудационный – 2 (нижняя и средняя поверхность водоразделов Предуралья), денудационный (верхняя поверхность водоразделов), структурно-денудационный – 2 (низкого и среднего орографических уровней Урала).

Ландшафтно-геологическая типизация имеет в основном геолого-геоморфологическую направленность, что диктуется необходимостью картографирования геологической среды – литогенной основы ландшафта. В основу типизации ландшафтов положена схема ландшафтного районирования по ландшафтной карте СССР масштаба 4 000 000 (под редакцией А.Г. Исаченко, 1988). Соблюдая общие ландшафтные принципы, мы уточнили границы ландшафтов по картам ландшафтного районирования масштаба 1:500 000 Пермского края (Б.А. Чазов, С.Е. Баканин, Н.Н. Назаров [8]) и выделили современные природные и техногенные ландшафты (по ландшафтно-индикационному дешифрированию). Среди ландшафтных зон в пределах платформенных равнин наиболее крупными являются: бореальная таежная зона, в которую входят среднетаежная подзона, южнетаежная подзона, подтаежная подзона; суббореальная северная гумидная зона с лесостепной подзоной. Среди высокогорных (горных) ландшафтов бореальной зоны выделены низкогорные средне- и южнетаежные ландшафты и среднегорные среднетаежные ландшафты. Также выделены интразональные аллювиальные и болотные ландшафты и гидроморфные комплексы, включающие болота и торфяники, речные поймы, террасы и дельты.

Характеристика природных и техногенных ландшафтов Среднего Урала и Приуралья (листы О-40-Х и О-40-ХVI). Природные ландшафтные подразделения выделены по комплексу признаков (рельеф, литологический состав субстрата, характер четвертичных образований и др.), ведущим из которых является геоморфологический фактор – рельеф.

Рассматриваемая территория представляет собой в целом увалисто-грядовую территорию с абсолютными отметками 108–568 м. По геоморфологическому районированию выделяются две геоморфологические области: денудационная равнина Предуралья и остаточные горные массивы Западного склона Среднего Урала. Эти наиболее крупные структуры легли в основу ландшафтного районирования и построения схемы эколого-геологических условий.

По ландшафтно-климатическому районированию территория относится к бореальной таежной зоне, южнетаежной под-

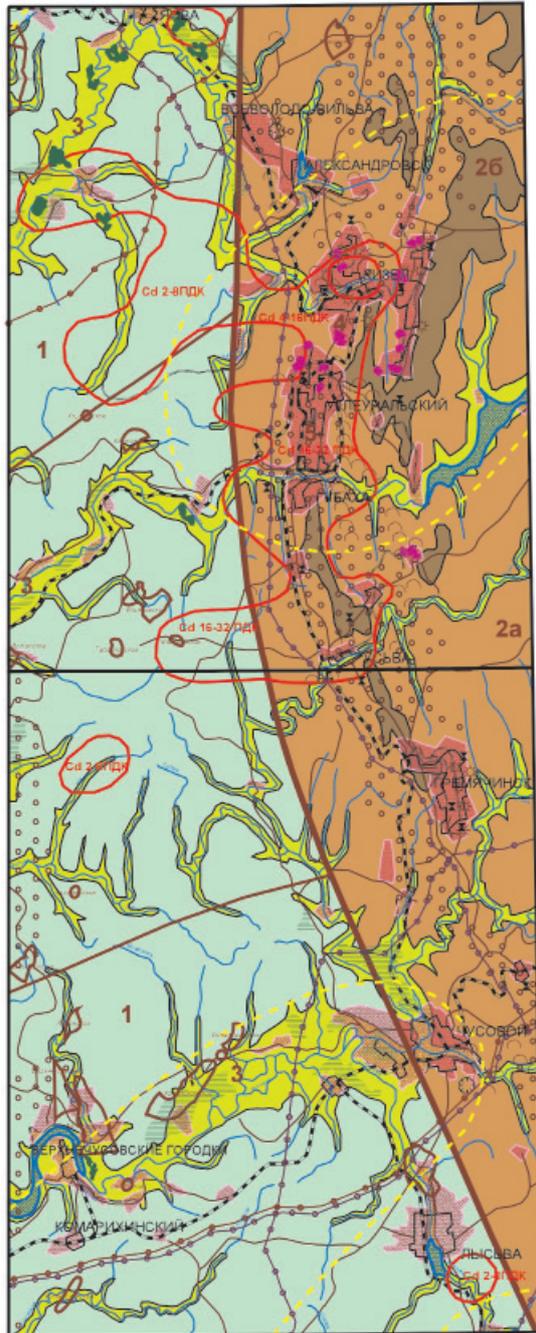
зоне платформенных равнин и подзоне низкогорных среднетаежных ландшафтов. Таежные и горно-таежные ландшафты характеризуются пермацидным (промывным) режимом, где преобладают атмосферные осадки над испарением и преимущественным развитием пользуются подзолообразовательные процессы. Промывной режим способствует выносу химических элементов над процессом накопления. Значительную роль играют вторичные аккумуляторные ореолы, приуроченные к пониженным частям рельефа, а также трещиноватость пород [10]. По особенностям водной миграции ландшафты относятся к классу кислых и кислых глеевых. Ведущее значение в рассматриваемой биогенной миграции элементов в сочетании с физико-химическими и механическими процессами. Немаловажную роль играет техногенная миграция, в которую вовлекается все больше рассеянных элементов (выбросы предприятий, стоки, работа автотранспорта). Характерно многообразие и сложное сочетание природных, техногенных и переходных ландшафтов, которые сформированы на пестром по составу комплексе горных пород широкого возрастного диапазона от позднего протерозоя до квартала включительно. Скальные выходы древних пород наблюдаются, как правило, на гребнях горных останцов и по долинам рек. Комплекс кайнозойских отложений представлен в основном четвертичными образованиями, которые сплошным, но маломощным чехлом перекрывают более древние породы. Поверхностные воды в основном слабоминерализованные, существенно гидрокарбонатного состава.

Из основных морфогенетических типов природных ландшафтов в пределах площади выделены три: равнинно-возвышенный ландшафт денудационной равнины Предуралья, предгорный увалисто-грядовый ландшафт Западного склона Среднего Урала и долинный ландшафт (долины крупных и средних рек). Из техногенных ландшафтов выделены: техногенно – образованные (терриконы, карьерные поля, отвалы, отстойники) и техногенно – измененные (промышленные и селитебные зоны городов и поселков) (рис. 2).

Равнинно-возвышенный ландшафт денудационной равнины Предуралья представлен террасированными, волнистыми, увалистыми и холмистыми равнинами на палеозойских карбонатных и терригенных породах с абсолютными отметками до 200–260 м (в пределах Соликамской равнины и Лысьвенско-Тулумбасской возвышенной равнины) и до 350–400 м (в пределах Косьювско-Чусовской возвышенности).

Мощность четвертичных отложений редко превышает 5 м. Амплитуды неотектонических поднятий территории до 150–200 м. Почвы преимущественно сильноподзоли-

стые и дерново-сильноподзолистые. Леса преимущественно – мелколиственные и хвойно-мелколиственные вторичного происхождения.



Условные обозначения

Ландшафты		Классы
Ландшафты по геоморфологии	Ландшафты по геологическим процессам	
<p>1. Ландшафты</p> <p>Макрорельеф, литология карельных пород, четвертичных отложений, почвы, растительность</p>		
<p>Природные</p>		
Коренная галечная	Равнинно-увалистый ландшафт дождевой равнины Предуралья по эволюции слабоэрозионных карбонатных и терригенных пород. Максимальные абсолютные отметки рельефа до 200–260 м (Степановская равнина и Зырянско-Тутышевская возвышенности равнины) и до 350–400 м (Кослякско-Чусовская возвышенности). Мощность четвертичных отложений до 5 м. Амплитуды неотектонических поднятий 150–200 м. Почвы сильноподзолистые и дерново-сильноподзолистые. Леса мелколиственные и хвойно-мелколиственные вторичного происхождения.	1
Среднегорный увалисто-рябовый ландшафт	Предгорный рельеф (2а) - абсолютные отметки до 400 м и низкорельеф (2б) абсолютные отметки 200 м и триа до 500 м. Коренные породы представлены известняками, доломитами, алевролитами, аргиллитами, песчаниками, редко вулканитами. Мощность четвертичных отложений редко превышает 5 м. В пределах эрозионно-структурных депрессий до 20–30 м. Поднятие территории за последние четвертичный период 250–300 м. Почвы горные подзолистые, реже горно-лесные образы. Леса широко-лиственные с арвисовым березом. По старым нарубам равнины вторичные мелколиственные леса.	2 2а 2б
Долинный крупный и среднегорный	Долинный рельеф. Абсолютные отметки 100–250 м. В долинах крупных рек (р. Чусовая, Исеть, Усьва) фрагментарно выделяются участки высокоподзолистых террас (вельские, суфийские, куштыбские и шуровские) и проплетские возвыш. (на крупных и малых реках) четко прослеживаются комбинированные террасы (камештовская и режовская) и вольфы. Ослаблен проявлениями гальчниками, песками, глинной. Преобладают луговые и лугово-болотные почвы, развиты травяные и осолово-ветвчатые туги.	3
<p>Техногенные</p>		
<p>Техногенно образованный и геологически неомощный ландшафт</p>		
<p>4 Карьерные выемки, отвалы, отстойники</p>		
<p>5 Промышленные зоны городов и рабочие поселки</p>		

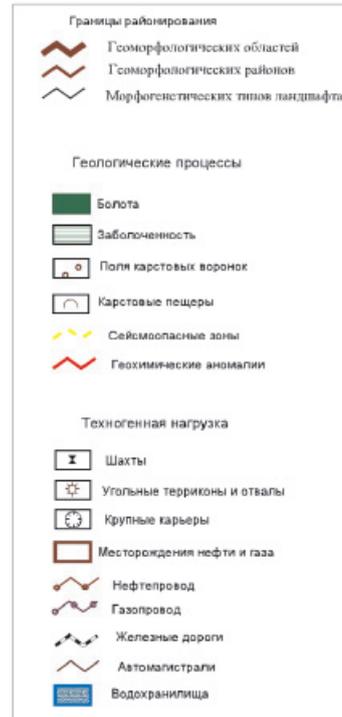


Рис. 2. Геолого-экологическая карта Среднего Урала (на ландшафтной основе)

Предгорный увалисто-рябовый ландшафт Западного склона Среднего Урала представлен двумя подтипами: предгорным эрозионно-денудационным на абсолютных отметках до 400 м и низкогорным денуда-

ционным на абсолютных отметках увалов и гряд до 508 м. Крутизна склонов до 35°. Коренные породы представлены известняками, доломитами, алевролитами, аргиллитами, песчаниками, редко вулканитами.

Мощность четвертичных отложений редко превышает 5 м. В пределах эрозионно-структурных депрессий до 20–30 м. Поднятие территории за неоген-четвертичный период составляет 250–300 м. Почвы горные подзолистые, реже горно-лесные бурые. Леса пихтово-еловые с примесью березы. По старым вырубам развиты вторичные мелколистственные леса.

Долинный ландшафт с эрозионно-аккумулятивным и аккумулятивно-эрозионным рельефом включает комплекс террас и склонов современной гидросети. Приурочен к отметкам 108–250 м. В долинах крупных рек (Чусовая, Косьва, Усьва) фрагментарно выделяются участки высококоольных террас (исетская, уфимская, кустанайская и наурзумская) и практически всюду (на крупных и малых реках) четко прослеживается комплекс террас (камышловская и режевская) и поймы. Осадки представлены галечниками, песками, глиной. Преобладают луговые и лугово-болотные почвы, разнотравные и осоково-кочкарные луга.

В результате хозяйственной деятельности человека происходит исчезновение естественных природных комплексов или их отдельных компонентов, возникают антропогенные ландшафты. Природные (естественные) или малоизмененные ландшафты представлены преимущественно лесными, луговыми и болотными разнотравьями, сохранившимися в удалении от городских и промышленных территорий и испытывающими минимальное техногенное воздействие. Из этих ландшафтов первичные леса занимают 25% территории; вторичные леса – 50%, выруба – 10%. Сельскохозяйственные комплексы являются трансформированными антропогенными модификациями природных ландшафтов и характеризуются заменой естественной растительности на сельскохозяйственные культуры, к ним относятся пашни. Сельскохозяйственные земли распространены фрагментарно и занимают небольшую площадь – до 7%. Техногенно – измененные ландшафты – пространственно приурочены к селитебным и промышленным зонам, а также выделяются как линейные промышленные объекты (железные, шоссейные и грунтовые дороги; линии электропередач; нефте- и газопроводы). Техногенно – образованные ландшафты характеризуются существенными нарушениями природных зон (угольные терриконы, отвалы пород, отстойники, свалки, дражные отвалы).

Природные ландшафтные подразделения обладают различной геодинамической и геохимической устойчивостью к физико-механическим воздействиям и геохими-

ческому загрязнению. Наиболее высокой устойчивостью обладают водораздельные пространства и приводораздельные склоны. Средняя степень геодинамической и геохимической устойчивости характерна в основном, для придолинных склонов. Низкая степень геодинамической и малая – геохимической устойчивости характерны для речных долин и заболоченных участков. В целом на площади преобладают среднеустойчивые ландшафты.

Заключение

На примере Пермского Приуралья и Урала разработана классификация генетических типов ландшафта, в которой приведена геолого-геоморфологическая характеристика и дана оценка геодинамической и геохимической устойчивости. Приведенные виды типизации геологической среды – природные геоморфологические и техногенные ландшафты представляют собой в целом ландшафтно-геоморфологическую основу для эколого-геологической карты, а также – для любого вида геоэкологического и инженерно-геологического районирования.

Статья составлена в рамках мероприятий ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.»

Список литературы

1. Алексеенко В.А. Геология ландшафта и окружающая среда. – М.: Недра, 1990. – 142 с.
2. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6.
3. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки. – 2011. – № 23. – С. 126–129.
4. Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4.
5. Копылов И.С., Карасева Т.В., Гершанок В.А. Комплексная геоэкологическая оценка горно-промышленных районов Северного Урала // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 84. – С. 113–122.
6. Копылов И.С., Коноплев А.В., Голдырев В.В., Кустов И.В., Красильников П.А. К вопросу об обеспечении геологической безопасности развития городов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–2. – С. 355–359.
7. Копылов И.С., Наумов В.А., Спасский Б.А. Маклашин А.В. Геоэкологическая оценка горно-промышленных и нефтегазоносных закарстованных районов Среднего Урала // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.
8. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита

окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 12. – С. 13–16.

9. Лунев Б.С., Наумова О.Б., Наумов В.А. Атлас форм рельефа. Т. 4. Природные и техногенные формы. – Пермь, – 2003. – 282 с.

10. Наумов В.А., Лунев Б.С., Наумова О.Б. Комплексное изучение и использование месторождений песка и гравия Пермского края // Перспективы науки. – 2010. – № 3. – С. 5–9.

11. Назаров Н.Н. Классификация ландшафтов Пермской области // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. – Пермь, 1996. – С. 4–10.

12. Эдельштейн Я.С. Основы геоморфологии. Краткий курс: учебное пособие. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.-Л., Госгеолгиздат. – 1947. – 400 с.

13. Seredin V.V., Kopylov I.S., Khrulev A.S., Leibovich L.O., Pushkareva M.V. Evolution of fracture surface morphology in rocks // Journal of Mining Science. – 2013. – Т. 49 – № 3. – P. 409–412.

References

1. Alekseenko V.A. Geologija landshafta i okruzhajushhaja sreda. M.: Nedra, 1990. 142p.

2. Kopylov I.S. Principy i kriterii integralnoj ocenki geojekologicheskogo sostojanija prirodnyh i urbanizirovannyh territorij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2011. no. 6.

3. Kopylov I.S. Konceptija i metodologija geojekologicheskikh issledovanij i karto-grafirovanija platformennyh regionov // Perspektivy nauki. 2011. no. 23. pp. 126–129.

4. Kopylov I.S. Zakonomernosti formirovanija pochvennyh landshaftov Priuralja, ih geohimicheskie osobennosti i anomalii // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no.

5. Kopylov I.S., Karaseva T.V., Gershanok V.A. Kompleksnaja geojekologicheskaja ocenka gorno-promyshlennyh rajonov Severnogo Urala // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. no. 84. pp. 113–122.

6. Копылов И.С., Коноплев А.В., Голдырев В.В., Кустов И.В., Красильников П.А. К вопросу об обеспечении геологической безопасности развития городов // Фундаментальные исследования. 2014. no. 9–2. pp. 355–359.

7. Kopylov I.S., Naumov V.A., Spasskij B.A. Maklashin A.V. Geojekologicheskaja ocenka gorno-promyshlennyh i neftegazonosnyh zakarstovannyh rajonov Srednego Urala // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 5.

8. Lejbovich L.O., Seredin V.V., Pushkareva M.V., Chirkova A.A., Kopylov I.S. Jekologicheskaja ocenka territorij mestorozhdenij uglevodorodnogo syrja dlja opredelenija vozmozhnosti razmeshhenija objektov neftedobychi // Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse. 2012. no. 9. pp. 13–16.

9. Naumov V.A., Lunev B.S., Naumova O.B. Kompleksnoe izuchenie i ispolzovanie mestorozhdenij peska i gravija Permskogo kraja // Perspektivy nauki. 2010. no. 3. pp. 5–9.

10. Lunev B.S., Naumova O.B., Naumov V.A. Atlas form reliefa. T. 4. Prirodnye i teh-nogennye formy. Perm, 2003. 282 p.

11. Nazarov N.N. Klassifikacija landshaftov Permskoj oblasti // Voprosy fizicheskoy geografii i geojekologii Urala. Perm, 1996. pp. 4–10.

12. Jedelshtejn Ja.S. Osnovy geomorfologii. Kratkij kurs. Izdanie 2-e, ispravlennoe i dopolnennoe. Uchebnoe posobie. M.-L., Gosgeolizdat. 1947. 400 p.

13. Seredin V.V., Kopylov I.S., Khrulev A.S., Leibovich L.O., Pushkareva M.V. Evolution of fracture surface morphology in rocks // Journal of Mining Science. 2013. T. 49. no. 3. pp. 409–412.

Рецензенты:

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь;

Наумов В.А., д.г.-м.н., профессор кафедры поисков и разведки полезных ископаемых Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 18.11.2014.