

УДК 502.654/654:631.6

## УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕНЕЗА В ПРОЕКТЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ТИПА МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СОЛИКАМСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА)

© 2020 г. Е. А. Карфидова<sup>1,\*</sup>, А. П. Сизов<sup>2,\*\*</sup>

<sup>1</sup> Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН),  
Уланский пер., 13, стр. 2, Москва, 101000 Россия

<sup>2</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК),  
Гороховский пер., 4, Москва, 105064 Россия

\*E-mail: e.karfidova@yandex.ru

\*\*E-mail: ap\_sizov@mail.ru

Поступила в редакцию 14.10.2019 г.

После доработки 18.10.2019 г.

Принята к публикации 18.10.2019 г.

Рассмотрена экологическая ситуация в долине р. Камы Соликамского городского округа, находящегося под длительным сильнейшим воздействием добычи и переработки калийно-магниевых солей. Природная территория Прикамья в непосредственной близости от объектов накопленного экологического вреда (солеотвалов) представляет собой природно-техногенный ландшафт сильной степени засоления почвы, поверхностных и подземных вод и грунтов. Предлагаются методы, позволяющие провести экспресс-анализ геоэкологической ситуации; сформулированы меры учета техногенеза в проекте особо охраняемой природной территории ландшафтного типа местного значения.

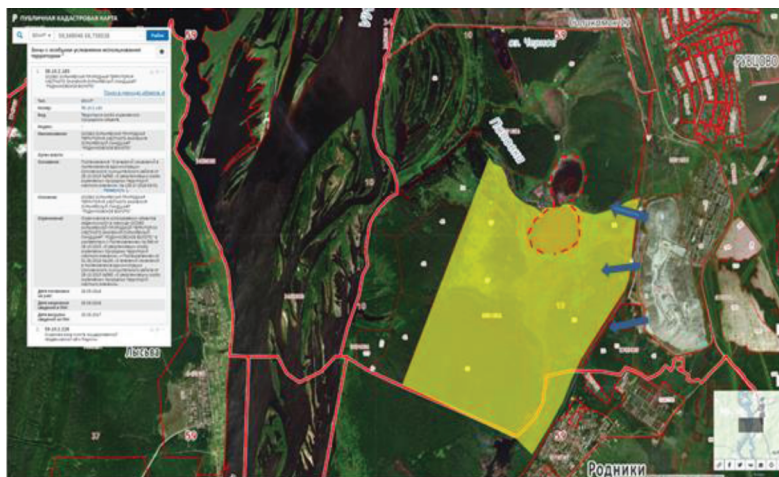
**Ключевые слова:** техногенез, объект накопленного вреда, средозащитный потенциал, особо охраняемая природная территория

**DOI:** 10.31857/S0869780920010056

### ВВЕДЕНИЕ

История и судьба г. Соликамск, даже судя по его названию, неразрывно связана с Верхнекамским месторождением калийно-магниевых солей (ВКМКС). К природно-географическим особенностям ВКМКС в первую очередь относятся гидрогеологическая специфика Предуральского сложного бассейна блоково-пластовых вод. В пределах ВКМКС выделяют два гидрогеологических этажа, разделенных соляной толщей – водоупором. Вся надсолевая толща насыщена водой. Водоносные комплексы слабо изолированы друг от друга, имея гидравлическую связь между собой и с поверхностными водами [1–3]. Истечение рассолов происходит в виде увлажнения стенок выработок, капелей, высачивания, различных форм высаливания [4, 5]. Для полновесной геоэкологической оценки горнопромышленного района необходимо комплексное и детальное изучение гидрологических и гидрогеологических условий территории, моделирование поверхностного стока в зависимости от современных деформаций земной поверхности [7, 8]. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых приводит к об-

разованию на земной поверхности трещин, провалов и прогибов, заболачиванию и созданию отвалов пустых пород [6, 9]. Для калийного производства специфично накопление значительного количества отходов (легкорастворимые хлориды K, Na и Mg с примесями микроэлементов – Sr, Mn, Ni, Co, Cr, Zn и др.) в шламохранилищах и солеотвалах [10]. Наиболее полные и детальные результаты геолого-экологических исследований 1993–2000 гг. отображены на эколого-геохимической карте ВКМКС в масштабе 1:50000 [10], где особо отмечена геохимическая **неустойчивость пойменных ландшафтов Прикамья**, обусловленная возникновением и исчезновением геохимических барьеров. По данным аэрофотоснимков и вертикального электрического зондирования выделены **ареалы поверхностного и глубинного засоления**. На гидрогеохимической карте территории г. Соликамска (масштаб 1:50000) приводится оценка инженерно-геологических условий, выделены области распространения разных типов подземных вод (по преобладающим анионам), степень их минерализации в скважинах и гидроизопэзы терригенно-карбонатной толщи



**Рис. 1.** Зона ООПТ местного значения “Охраняемый ландшафт “Родниковское болото” в кадастровом квартале 59:10:0501006 (выделенный полигон). Пунктиром показан техногенный водный объект, питаемый поверхностным стоком (стрелки) с солеотвала. Слева вверху – кадастровые сведения об ООПТ. Источник – публичная кадастровая карта – URL: <http://pkk5.rosreestr.ru>.

[10, 13]. Утверждается, что **техногенная нагрузка действующих предприятий на геологическую среду будет в дальнейшем возрастать, что может привести к значительному загрязнению пресных питьевых подземных вод и способствовать активизации различных опасных геологических процессов, усугубляя неблагоприятную экологическую ситуацию в районе** [13, с. 71].

Очевидна необходимость особого внимания к источникам загрязнения гидросферы – солеотвалам, являющимся объектами накопленного вреда окружающей среде (ОНВ) (рис. 1).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На основе методов экспресс-анализа геоэкологической ситуации на основе открытых данных (сведений ЕГРН и публичной кадастровой карты (ПКК – URL: <http://pkk5.rosreestr.ru>), а также возможностей сервиса “Google Планета Земля”) предлагаются методы комплексной оценки негативного воздействия загрязненных земель на природные территории, при этом производится анализ сведений ЕГРН, баланса земель и оценки динамики изменения средоформирующего потенциала территории [13]. Анализ рекомендуется осуществлять на единой картографической основе путем интеграции геоэкологических исследований и данных дистанционного зондирования Земли.

Анализ сведений ПКК показал, что на значительной части территории земельно-правовые отношения не оформлены, а многие сведения о виде разрешенного использования земельных участков

устарели или не соответствуют введенному в 2015 г. Классификатору<sup>1</sup>.

В комплексной оценке негативного воздействия солеотвалов необходимо учитывать, что они являются не только источниками загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных стоков и подземных вод, но и дополнительной нагрузкой на массивы горных пород (см. рис. 1). Предлагаемые методы расчета ориентировочной массы дополнительной нагрузки солеотвала основываются на использовании формулы оценки объема  $V$  и массы  $P$  для блюдцеобразных форм рельефа [12] и ресурсов Google Планета Земля, позволяющих измерить необходимые параметры. Так, минимальные оценки масс солеотвалов составляют: в кадастровом квартале 59:10:0501003 СКРУ-1 ~15 млн т; в кадастровом квартале 59:10:0501005 СКРУ-2 ~30 млн т.

В квартале 59:10:0501001 “Б” долины Камы земельные участки с оформленными земельно-имущественными отношениями составляют не более 46%. В качестве зон с особыми условиями использования территории присутствуют защитная зона Камского водохранилища и санитарно-защитная зона (СЗЗ) Соликамского магниевого завода и порта ОАО “Уралкалий”. В целом территория квартала, изначально представленная геохимически неустойчивым пойменным ландшафтом, уже в конце 1990-х годов стала интенсивно расчлененным рельефом типа “badlands”. Здесь выделены ареалы поверхностного и глубинного

<sup>1</sup> Приказ Минэкономразвития РФ от 01.09.2014 № 540 “Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков” // URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения – 30.12.2018).

засоления почв, геохимические аномалии элементов с концентрацией выше 4 ПДК, изолинии суммарного показателя загрязнения среды в 3 ПДК по спектру загрязняющих химических элементов (V, Cu, Ni, Co, Pb, Zn, Mo, Be) и точечные литохимические аномалии (Mn, Ni, Pb, Sr). Анализ подземных вод загрязнения среды в 3 ПДК по спектру загрязняющих химических элементов, показывает их хлоридный, в единичном случае — сульфатно-хлоридный тип, степень минерализации определена по скважинам в г/дм<sup>3</sup>: 1 — солоноватые (1–10), 2 — соленые (10–35) и 1 — рассолы (от 35 до 300)<sup>2,3</sup>.

Данные дистанционного зондирования Land Cover показали полное отсутствие растительного покрова (index Bare Land)<sup>4</sup>, четко заметное на космическом снимке, где присутствует цветная неестественная окраска земли и пруда-отстойника. Здесь изначально пойменный лугово-кустарниковый ландшафт в результате длительного воздействия, связанного с процессами засоления, превратился в деградированные земли с полной потерей средоформирующего потенциала [11]. Это позволяет отнести всю территорию квартала к нарушенным землям. Однако официально в качестве нарушенных земель могут считаться только учтенные земельные участки (под шламохранилищами и магниевым заводом)! В кадастровом квартале 59:10:0501006, смежном с солеотвалом СКРУ-2, располагается ООПТ местного значения охраняемый ландшафт “Родниковское болото” (см. рис. 1) с не определенными пока границами. Экспресс-анализ геоэкологической ситуации позволяет заметить деградацию пойменного ландшафта в северной части ООПТ. На картах 2000 г. здесь присутствовало большое болото, в которое с востока впадала р. Поповка, а в настоящее время выделяется водный объект в окружении земель без растительности. Поскольку на космических снимках цвет воды и прибрежных земель имеет неестественные оттенки, которые резко изменяются в зависимости от времени года, можно предположить техногенную природу данного водного объекта, за последние годы ставшего приемником загрязненного стока с солеотвала.

Используя исторические снимки сервиса Электронная Земля, отмечено, что прирост мас-

сы солеотвала за последние годы (прирост площади — на 20%) соразмерен росту площади водного объекта (15%) и практически аналогичен росту площади прибрежных земель без растительности. В оценке загрязнения поверхностного стока с поверхности солеотвала необходимо построение модели поверхностного стока на основе цифровой модели рельефа [14]. Результаты моделирования позволяют сделать аналитические оценки характера стока с солеотвала и оценки значимости объема стока с солеотвала в объеме стока р. Поповка. Наиболее интересная публикация моделирования загрязнения почвы, поверхностного стока, подземных вод и грунтов в окружении солеотвала [6] рассматривает несколько сценариев загрязнения в зависимости от свойств подстилающих пород и скоростей инфильтрации поверхностных вод в опорные горизонты. Такой подход позволяет строить трехмерную временную модель загрязнения и производить обобщенные расчетно-аналитические оценки ущерба от солеотвала. Методически правомерно осуществлять исчисление размера накопленного вреда окружающей среде по результатам геоэкологических исследований с учетом технологических особенностей добычи хлористого калия: в процессе переработки 1 т сильвинитовой и карналлитовой руды в зависимости от степени извлечения образуется 0.1–0.5 т глинисто-солевых шламов и 3.5–4.5 т твердых галитовых солеотходов [8, с. 12]. При сроке работы горно-обогательного комбината 50–80 лет время полного растворения солеотвала составит ~500 лет. За это время рассол с концентрацией более 320 г/л, поступающий в геологическую среду, сформирует большой объем загрязненной воды. После растворения солеотвала загрязненная вода будет еще долгое время находиться в породах, поэтому время влияния солеотвала больше времени его существования. В проекте ООПТ необходимо учитывать участки нарушенных земель, относящиеся к водоохраным зонам, к соседним с ними участкам, транзитным в части загрязнения р. Камы, к землям лесного фонда защитного, санитарно-гигиенического и оздоровительного назначения, с выделением особо защитных участков лесов с ограниченным режимом лесопользования (берего- и почвозащитные участки вдоль рек Кама и Поповка).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Природные территории пойменного ландшафта р. Камы южнее впадения р. Усолки находятся в угнетенном состоянии: в квартале Б расположены нарушенные земли (необходимо применять Правила проведения рекультивации и консервации земель); в квартале А за последние 20 лет появились явные признаки негативного

<sup>2</sup> Проведение геолого-экологических исследований и картографирование (ГЭИК) Верхнекамской площади: Отчет / МПР РФ, ГУ природных ресурсов и охраны недр по Пермской области, ФГУП “Геокарта-Пермь”. — Пермь, 2004. 198 с.

<sup>3</sup> Инженерно-геологическая оценка природно-техногенных условий отработки калийных солей на территории Соликамско-Березниковской градопромышленной агломерации (СБ ГПА) в Пермском крае : Отчет. — М.: ИГЭ РАН, 2015.

<sup>4</sup> URL: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> (дата обращения — 30.11.2018).

**Таблица 1.** Результаты экспресс-анализа нарушенных земель

№	Номер кадастрового квартала/Площадь, м <sup>2</sup>	Доля оформленных земель, %	Исходное состояние территории	Техногенные факторы/ Современное состояние территории	Доля “условно нарушенных” земель, %
1	59:10:0501005/3400000	76	Леса; Соликамское поднятие	Солеотвал, СЗЗ/ Загрязненные земли	82.6
2	59:10:0501006/15500000	65	Болота; долина р. Поповка, пойменный ландшафт	Техногенный водный объект, лесное хозяйство, проект ООПТ/Загрязненные земли	—

Примечание: Доля “условно нарушенных” земель (%) – доля земель, занятых ОНВ (солеотвалом), по которому нормативно определены обязанности рекультивации или консервации земель.

техногенеза – появление водного объекта (приемника загрязненных сточных вод) и загрязненных участков земли вокруг него. Наибольшее опасение вызывает неблагоприятное положение в земельно-правовых отношениях учета нарушенных земель в горнопромышленном районе при наличии объектов накопленного ущерба – солеотвалов. Методически обоснованно применить типологию нарушенных земель в историческом аспекте по степени накопления негативных свойств: 1) земли ОНВ, 2) загрязненные земли, имеющие геохимически загрязненные поверхностный сток, почву и подземные воды, 3) деградированные земли – совокупность (кластер) загрязненных земель с потерей его средоформирующего потенциала, 4) нарушенные земли – деградированные земли, непригодные для хозяйственной деятельности, для которых необходимо разрабатывать проекты рекультивации и консервации. Результаты экспресс-анализа баланса земель кадастровых кварталов 59:10:0501005 и 59:10:0501006 приводятся в таблице 1.

Результаты анализа модели поверхностного стока с солеотвала: с поверхности солеотвала производится смыл с преобладающей крутизной склонов от 20° до 40°. Доля стока с солеотвала в аккумулятивном объеме стока р. Поповки составляет 30%.

## ВЫВОДЫ

В задачах учета техногенеза в горнопромышленном районе для проекта ООПТ ландшафтного типа необходимо:

1. Осуществить исправление данных ЕГРН в части видов разрешенного использования земельных участков.
2. Использовать методы экспресс-анализа геоэкологической ситуации на основе открытых данных для первичного анализа загрязненных, деградированных и нарушенных земель горнопромышленных районов.
3. Развивать мониторинг загрязнения земель особо охраняемой природной территории (по-

верхностного стока, почвы, подземных вод, грунтов) как его самостоятельную подсистему.

4. Использовать методы моделирования загрязнения природной территории, находящейся по соседству с солеотвалом (модель поверхностного стока с солеотвала, модель инфильтрации поверхностных вод в погребенные горизонты).

5. Необходимо развивать расчетно-аналитические методы исчисления аккумулированного вреда природной территории от воздействия солеотвала.

Статья подготовлена в рамках выполнения госзадания по теме “Развитие теории и методов изучения новейшей тектоники и современной геодинамики платформенных и орогенных территорий применительно к оценке их безопасности”.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бачурин В.А., Бабошко А.Ю. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства // Горный журнал. 2008. № 10. С. 88–91.
2. Бабошко А.Ю., Бачурин В.А. Экологические проблемы Верхнекамского калия [Электронный ресурс] // Горное эхо. – URL: <http://ftp.mirperm.ru/ge4-04/ge4-04-bach.htm> (дата обращения: 01.07.2016).
3. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации, вып. 28, 34. URL: <http://www.geomonitoring.ru/arxiv.htm> 20.05.2018.
4. Карфидова Е.А., Макеев В.М., Кравченко И.М. Моделирование сети поверхностного стока в связи с обеспечением горно-геологической безопасности Верхнекамского месторождения // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2018. № 8. С. 91–101.
5. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей: 2-е изд., перераб. М.: Эпсилон Плюс, 2013.
6. Лискова М.Ю. Негативное воздействие, оказываемое на окружающую среду предприятиями по добыче и обогащению калийно-магниевых солей // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2017. Т. 16. № 1. С. 82–88.

7. *Макеев В.М., Карфидова Е.А., Бондарь И.В.* Геоморфометрическая оценка малых деформаций Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей // Матер. X Междунар. научно-практ. конф. по проблемам снижения природных опасностей и рисков: в 2 томах. М.: РУДН, 2018. С. 339–344.
8. *Максимович Н.Г., Первова М.С.* Влияние перетоков минерализованных вод Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей на приповерхностную гидросферу // Инженерные изыскания. 2012. № 1. С. 22–28.
9. *Лю Ю.* Моделирование влияния солеотвалов калийных комбинатов на фильтрационные свойства водовмещающих пород: автореф. дис. к. г.-м. н. М., 2012. 18 с.
10. *Осинов В.И., Мамаев Ю.А., Ястребов А.А.* Геохимические особенности развития карста на подработанной территории Верхнекамского месторождения калийных солей в г. Березники Пермского края // Геоэкология. 2016. № 3. С. 214–220.
11. *Сизов А.П.* Оценка средоформирующего потенциала территории населенных пунктов при осуществлении государственного мониторинга земель // Геодезия и картография. 2018. № 6. С. 43–50.
12. *Симонов Ю.Г.* Морфометрический анализ рельефа. Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1989. С. 80–81.
13. *Ястребов А.А., Мамаев Ю.А., Иванов Ю.К.* Гидрогеохимические особенности распространения подземных вод Соликамского района Пермского края // Геоэкология. 2018. № 3. С. 65–71.
14. *Karfidova E., Batrak G.* The research of surface runoff in engineering geological zoning // Natural Hazards and Risk Research in Russia, Shringer, 2019, Publisher: InTechOpen, pp. 133–140.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-91833-4>

## CONSIDERATION OF TECHNOGENESIS INFLUENCE IN THE PROJECT OF THE SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORY OF LANDSCAPE TYPE OF LOCAL VALUE (BY THE EXAMPLE OF SOLIKAMSK MUNICIPAL DISTRICT)

**E. A. Karfidova<sup>a,#</sup> and A. P. Sizov<sup>b,##</sup>**

<sup>a</sup> *Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Sciences, Ulanskii per., 13, bld. 2, Moscow, 101000 Russia*

<sup>b</sup> *Moscow State University of Geodesy and Cartography, Gorokhovskii per., 4, Moscow, 105064 Russia*

<sup>#</sup> *E-mail: e.karfidova@yandex.ru*

<sup>##</sup> *E-mail: ap\_sizov@mail.ru*

The ecological situation in the Kama river valley of the Solikamsk urban district, which is under the long-term strong influence of the extraction and processing of potassium and magnesium salts, is considered. The natural territory of Prikamye in close proximity to the objects of accumulated environmental damage – salt dump – is a natural- technogenic landscape of a high degree of salinization of soil, surface and underground waters and the geological environment. Methods are proposed that allow for an express analysis of the geo-ecological situation; measures are formulated to take into account technogenesis in the project of a specially protected natural area of landscape type of local importance.

**Keywords:** *technogenesis, object of accumulated damage, environmental protection potential, project of a specially protected natural area*

### REFERENCES

1. *Bachurin, V.A., Baboshko, A.Yu.* *Ekologo-geokhimicheskaya kharakteristika otkhodov kaliynogo proizvodstva* [Ecological and geochemical characteristics of wastes of the potash production]. *Gornyi zhurnal*, 2008, no. 10, pp. 88–91. (in Russian)
2. *Boboshko, A.Yu., Bachurin, B.A.* *Ekologicheskiye problemy Verkhnekamskogo kaliya* [Ecological problems of Verkhnekamsk potassium]. *Gornoe ekho*. Electronic resource – URL: <http://ftp.mi-perm.ru/ge4-04/ge4-04-bach.htm> (date of the application: 01.07.2016) (in Russian)
3. *Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii nedr na territorii Rossiyskoi Federatsii* [Newsletter on the status of subsoil in the Russian Federation]. Issue 28, 34. URL: <http://www.geomonitoring.ru/арxiv.htm> (date of the application: 20.05.2018) (in Russian)
4. *Karfidova, E.A., Makeev, V.M., Kravchenko, I.M.* *Modelirovanie seti poverkhnostnogo stoka v svyazi s obe-specheniem gorno-geologicheskoi bezopasnosti Verkhnekamskogo mestorozhdeniya* [Modeling the surface runoff network in connection with the provision of mining and geological safety of the Verkhnekamskoye deposit]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*. 2018, no. 8, pp. 91–101. (in Russian)
5. *Kudryashov, A.I.* *Verkhnekamskoe mestorozhdenie solei* [Verkhneamskoye salt deposit]. Moscow, Epsilon Plyus, 2013. (in Russian)
6. *Liskova, M.Yu.* *Negativnoe vozdeystvie okazyvaemoe na okruzhayushchuyu sredu predpriyatiyami po dobyche i obogashcheniyu kaliino-magnievykh solei* [Negative im-

- fact on the environment by enterprises for the extraction and enrichment of potassium-magnesium salts], *Vestnik PNIPU. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2017, vol. 16, no. 1, pp. 82–88. DOI: 10.15593/2224-9923/2017.1.9. (in Russian)
7. Makeev, V.M., Karfidova, E.A., Bondar, I.V. *Geomorfometricheskaya otsenka malykh deformatsii Verkhnekamskogo mestorozhdeniya kaliino-magnievyykh solei* [Geomorphometric estimation of small deformations of the Verkhnekamsk deposit of potassium-magnesium salts]. Proc. X Intern. scientific and practical conf. on problems of reducing natural hazards and risks: in 2 vols., Moscow, RUDN Publ., 2018, pp. 339–344 (in Russian)
  8. Maksimovich, N.G., Pervova, M.S. *Vliyaniye peretokov mineralizovannykh vod Verkhnekamskogo mestorozhdeniya kaliino-magnievyykh solei na pripoverkhnostnuyu gidrosferu* [The influence of mineralized water flows of the Verkhnekamsk potassium-magnesium salts deposit on the near-surface hydrosphere]. *Inzhenernye izyskaniya*, 2012, no. 1, pp. 22–28. URL: <http://nsi.psu.ru/labs/gtp/stat/2012/387.pdf> (in Russian)
  9. Lyu, Yu. *Modelirovaniye vliyaniya soleotvalov kaliinykh kombinatov na filtratsionnyye svoystva vodovmeshchayushchikh porod: avtoref. dis. k. g.-m. n.* [Modeling the effect of salt dumps of potash plants on the filtration properties of water-bearing rocks. Extended Abstract of Cand. Sci. (Geol.-Min.) Dissertaion]. Moscow, 2012, 18 p. (in Russian)
  10. Osipov, V.I., Mamaev, Yu.A., Yastrebov, A.A. *Geokhimicheskie osobennosti razvitiya karsta na podrobotannoi territorii Verkhnekamskogo mestorozhdeniya kaliinykh solei v g. Berezniki Permskogo kraya* [Geochemical features of the development of karst in the undermined territory of the Verkhnekamsk potash deposit in the city of Berezniki, Perm Territory]. *Geoekologiya*, 2016, no. 3, pp. 214–220. (in Russian)
  11. Sizov, A.P. *Otsenka sredoformiruyushchego potentsiala territorii naseleennykh punktov pri osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa zemel* [Assessment of the environment-forming potential of the territory of settlements in the implementation of state monitoring of land]. *Geodeziya i kartografiya*, 2018, no. 6, pp. 43–50. (in Russian)
  12. Simonov, Yu.G. *Morfometricheskii analiz rel'efa* [Morphometric analysis of relief]. Moskva-Smolensk, Publ. SGU, 1989, pp. 80–81. (in Russian)
  13. Yastrebov, A.A., Mamaev, Yu.A., Ivanov, Yu. K. *Gidrogeokhimicheskie osobennosti rasprostraneniya podzemnykh vod Solikamskogo raiona Permskogo kraya* [Hydrogeochemical features of the groundwater distribution in Solikamskii raion, Perm krai]. *Geoekologiya*, 2018, no. 3, pp. 65–71. (in Russian)
  14. Karfidova, E., Batrak, G. The research of surface runoff in engineering geological zoning. *Natural Hazards and Risk Research in Russia*, Springer, 2019, pp. 133–140. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-91833-4>