

УДК 622.131.1

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ, КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ**¹Копылов И.С., ²Коноплев А.В., ²Ибламинов Р.Г., ²Осовецкий Б.М.**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*

В статье приводится комплексный инженерно-геологический анализ Западного Приуралья и Урала. Сделан обзор инженерно-геологических методов исследований. Инженерно-геологические условия территории изучались главным образом для решения практических задач промышленного и гражданского строительства, создания крупных водохранилищ. Теоретические исследования связаны с изучением закономерностей развития и прогноза экзогенных геологических процессов, изучением геодинамической активности природных и урбанизированных территорий, региональным инженерно-геологическим изучением. Проведено инженерно-геологическое районирование территории Пермского края на основе принципа формационного анализа с учетом критериев – тектоники, геоморфологии, литологического состава пород и грунтов. Выделены инженерно-геологические таксоны: 5 инженерно-геологических регионов, 10 инженерно-геологических областей, 25 инженерно-геологических районов, 183 инженерно-геологических участка. Оценена роль основных инженерно-геологических факторов: геологических процессов (карст, овражность, заболачивание и др.), гидрогеологии, эрозионной расчлененности рельефа, сейсмичности, геодинамической активности, техногенеза. Проведено зонирование территории по всем показателям с целью оценки инженерно-геологической сложности промышленного и хозяйственного освоения. Составлена инженерно-геологическая карта масштаба 1:500 000 в геоинформационных технологиях.

Ключевые слова: инженерная геология, инженерно-геологическое картографирование, районирование, геологическая среда, горные породы, геологические процессы, геоинформационные технологии

ENGINEERING GEOLOGICAL STUDY, MAPPING, ZONING OF PERM TERRITORY**¹Kopylov I.S., ²Konoplev A.V., ²Iblaminov R.G., ²Osovetskiy B.M.**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*

Analysis of engineering-geological conditions of the Western Urals is provided in article. Review geotechnical studies is done. Engineering-geological conditions of the territory has been studied mainly for solving practical problems of industrial and civil construction, the creation of large reservoirs. Theoretical research examines patterns of development and forecast of exogenous geological processes, the study of the geodynamic activity of natural and urbanised areas, regional engineering geological study. Engineering-geological division into districts of the territory of Perm Krai is carried out on the basis of the principle of the formational analysis taking into account criteria – geotectonics, geomorphology, lithologic structure of breeds and soil. Engineering-geological taxons are allocated and include: 5 engineering-geological regions, 10 engineering-geological areas, 25 engineering-geological areas, 183 engineering-geological sites. Role of the major engineering-geological factors: geological processes (a karst, ravines, bogs, etc.), hydrogeology, erosive of a relief, seismicity, geodynamic activity, technogenesis are estimated. Zoning of the territory on all indicators for the purpose of an assessment of engineering-geological complexity of industrial and economic development is carried out. The engineering-geological card of scale 1:500 000 is made in geoinformation technologies.

Keywords: engineering geology, engineering geological mapping, zoning, geological environment, rocks, geological processes, geoinformation technologies

Западный Урал и Приуралье имеют сложные инженерно-геологические условия, обусловленные большим разнообразием природных и техногенных факторов, развитием различной интенсивности опасных геологических процессов, сложностью геодинамических, гидрогеологических, геоморфологических, литолого-фациальных обстановок. Вместе с тем эта территория остается слабо изученной по инженерно-геологическим условиям, несмотря на от-

носительно продолжительный период изучения геологической среды [8].

Краткий анализ инженерно-геологических методов исследований

Инженерно-геологические условия территории Пермского края изучались главным образом для решения практических задач промышленного и гражданского строительства. Огромное количество изы-

скательских работ выполнено проектными организациями и институтами ОАО «ВерхнекамТИСИЗ», ООО «Пермгражданпроект», «Ленгипроводхоз», «Уралгипросельхозстрой» и др.; линейных инженерных сооружений – ОАО «Уралгипротранс», ООО «ПермНИПИнефть», ООО «Недра» и др. Большой объем инженерных изысканий проводился под крупное гидротехническое строительство на реках Кама и Чусовая, на основе которых были сооружены Камское и Воткинское водохранилища (Ю.В. Разумовский, Р.Б. Крапивнер, М.И. Тешлер, Д.Г. Зилинг, Е.И. Варварина и др.).

Инженерно-геологическое изучение экзогенных геологических процессов (ЭГП) на территории края начало проводиться 100 лет назад, систематически – с 60-х годов XX в. Особое место среди них занимает изучение карста, которое начиналось работами В.А. Варсанофьевой (1915). С 1948 г. карстом занимаются Кунгурский стационар ГИ УрО РАН и Пермский госуниверситет. Долгие годы они проводились под руководством Г.А. Максимовича, а сейчас осуществляются многочисленными его учениками на основе созданной уральской «школы карстоведения» при Институте карстоведения и спелеологии и в других организациях. Проведено огромное количество работ, созданы различные варианты карт районирования карста. Одна из последних крупных работ выполнена в 2010 г. под руководством В.Н. Катаева «Мониторинг закарстованных территорий Пермского края».

Большое количество работ проводилось по исследованию переработки берегов камских водохранилищ. Обобщающие работы были выполнены И.А. Печеркиным – «Инженерная геодинамика побережий водохранилищ, 1966, 1969», далее они продолжены его учениками. В период 1969–1996 гг. проводились работы по изучению ЭГП, связанного с овражной эрозией, процессам, связанным с переработкой берегов водохранилищ, по их динамике и мониторингу Сылвенской гидрогеологической партией (ГП «Запурал-гидрогеология» – Ю.Г. Бурцев, В.Г. Байдин, Н.Н. Назаров и др.). В настоящее время мониторинговые наблюдения за геологическими процессами, происходящими на берегах водохранилищ, осуществляют Пермский ТЦГМСН и Пермский госуниверситет. Обобщения по региональным инженерно-геологическим условиям и ЭГП Приуралья и Урала выполнены Пермским госуниверситетом при оценке состояния природных условий и ресурсов (Б.М. Осовецкий, Р.Г. Ибламин, Л.А. Шимановский, 1990), ФГУП «Геокарта-Пермь» при проведении геоэкологического картогра-

фирования Пермского края (И.С. Копылов и др., 2001).

В последнее десятилетие большое количество научно-исследовательских работ в области региональной инженерной геологии, инженерного грунтоведения, инженерной геодинамики и инженерной экологии выполнено на кафедре инженерной геологии и охраны недр ПГНИУ под руководством В.В. Середина. Основным научным направлением данной инженерно-геологической школы является разработка методов и технологий оценки и прогнозирования инженерно-геологических и геоэкологических процессов. Особое место занимают исследования, связанные с изучением инженерно-геологических и геоэкологических условий нефтегазоносных регионов и объектов нефтегазовой промышленности [1, 10, 11, 13]. Новым направлением региональной инженерной геологии (в соответствии с идеями В.Т. Трофимова [14] о новом этапе в развитии инженерной геологии, с исследованием многообразия всех объектов инженерной геологии, исходя из парадигмы тектоники плит) является изучение геодинамической активности природных и урбанизированных территорий [3–7, 9, 12].

Инженерно-геологическое картирование и районирование

В разные годы составлялись инженерно-геологические карты и схемы: инженерно-геологическая карта Молотовской области масштаба 1:500 000 (УТГУ, 1941); инженерно-геологическая карта Урала масштаба 1:500 000 под редакцией В.А. Лидера (УКСЭ, Свердловск, 1981), карта инженерно-геологического районирования Пермской области масштаба 1:1 000 000 под редакцией И.А. Печеркина (ПГУ, 1990) и др. При проведении гидрогеологических съемок на отдельные листы масштаба 1:200 000 также составлялись инженерно-геологические схемы. В южных районах выполнены работы по комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:50 000 для целей мелиорации земель.

В 2005–2007 гг. ЕНИ ПГНИУ выполнены работы по составлению инженерно-геологической карты Пермского края масштаба 1:500 000 (И.С. Копылов и А.В. Коноплев). В основу карты положен материал геологических и гидрогеологических съемок масштаба 1:200 000 и тематических работ по изучению геологических процессов. В 2012 г. в составе Атласа карт Пермского края [5] авторы разработали новый вариант инженерно-геологической карты, которая представляет собой современную

картографическую модель инженерно-геологических условий Пермского края (рис. 1, 2). Легенда карты состоит из трех основных блоков и отражает: инженерно-геологическое районирование (регионы,

области, районы, участки); инженерно-геологические формации коренных пород и геолого-генетические комплексы четвертичных образований; современные геологические процессы.

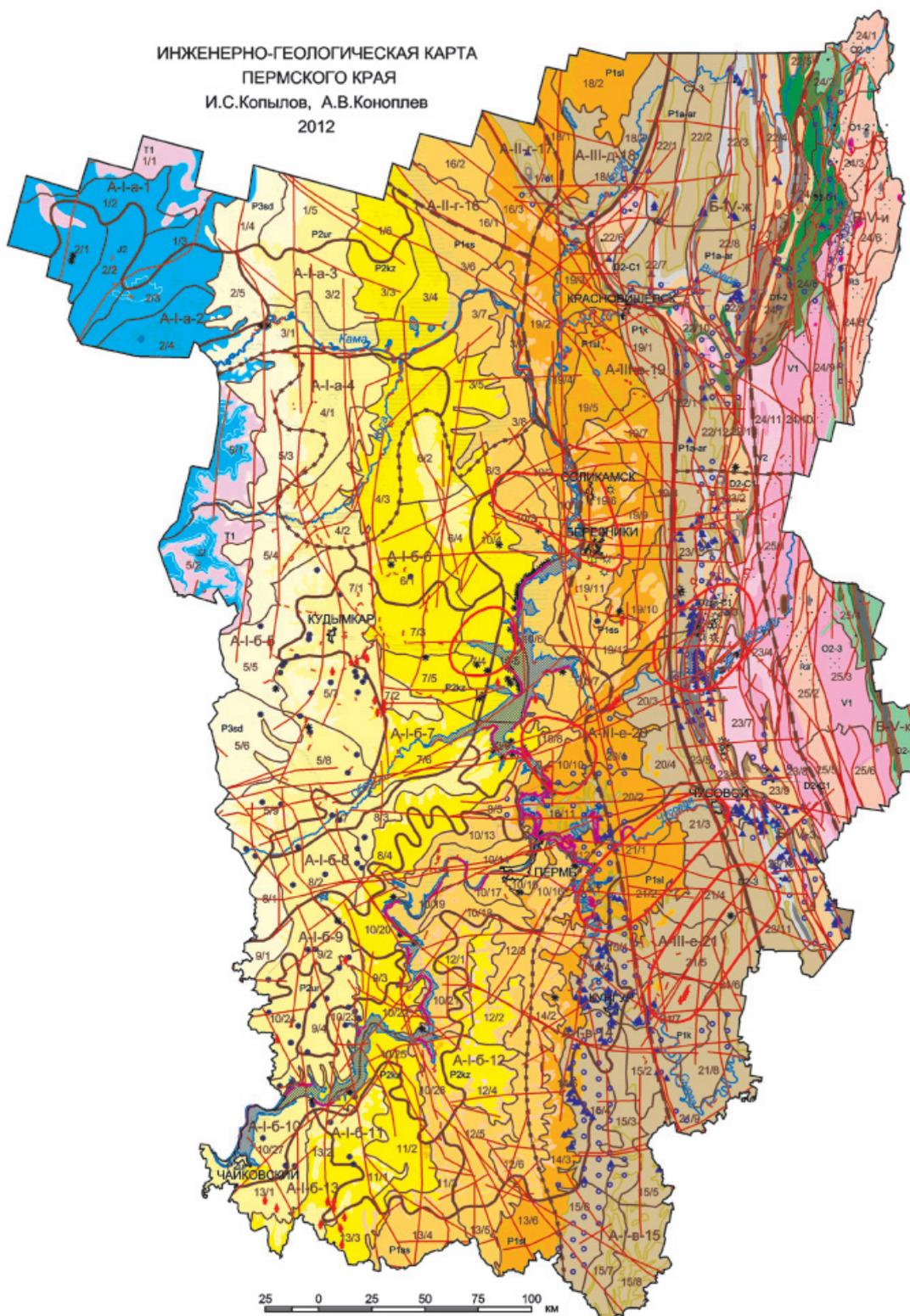


Рис. 1. Инженерно-геологическая карта Пермского края

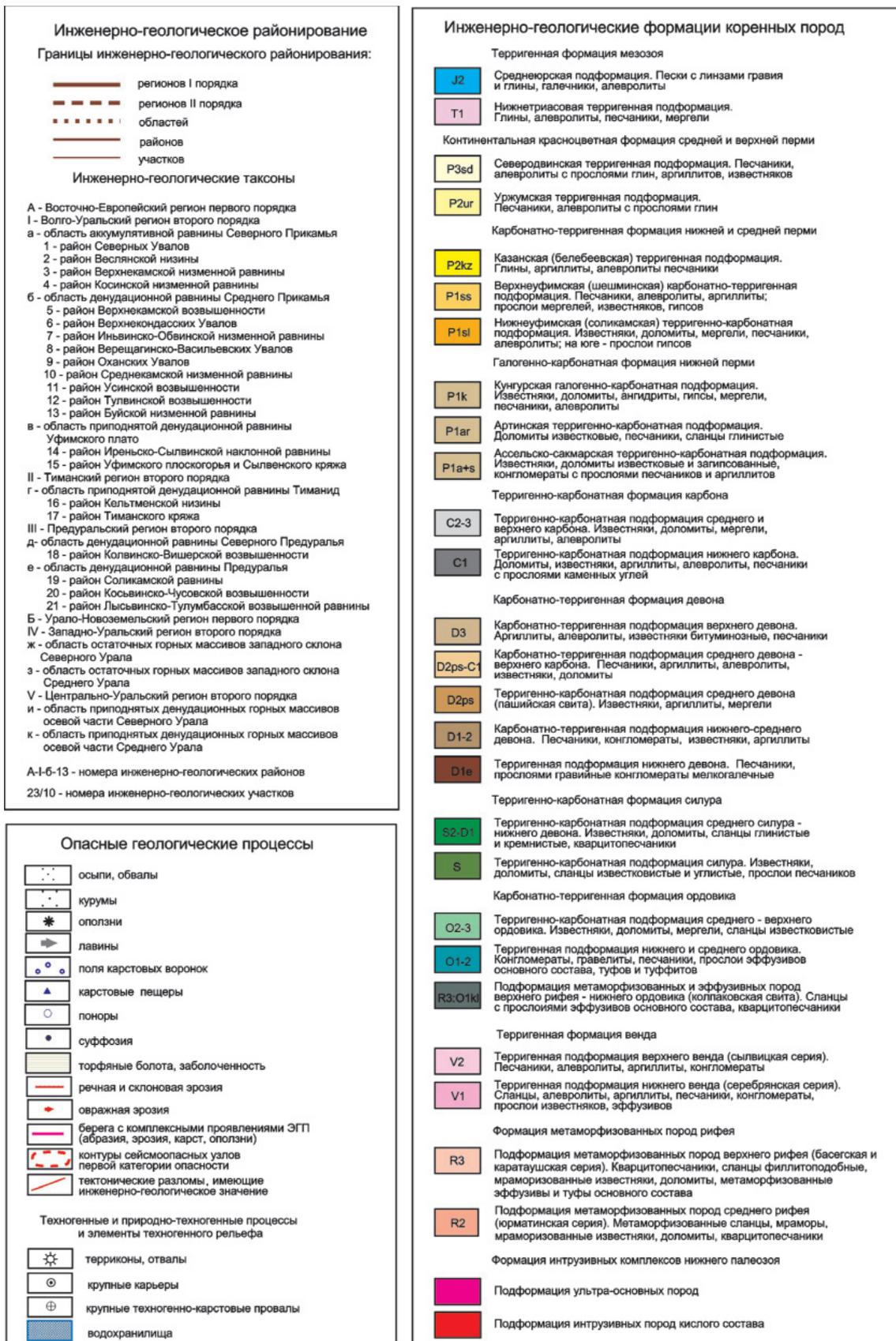


Рис. 2. Условные обозначения к инженерно-геологической карте

Районирование, типизация и ранжирование инженерно-геологических условий имеют важнейшее значение для рационального недропользования, а также для комплексного освоения территории, особенно для районов с интенсивной техногенной нагрузкой, горнодобывающей и нефтедобывающей промышленностью, где в последнее время отмечается развитие чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными техноприродными процессами [6].

В соответствии с принципами инженерно-геологического районирования на основе формационного подхода (И.В. Попов, 1961; Е.М. Сергеев, 1978) территория расположена в пределах двух инженерно-геологических регионов I порядка – Восточно-Европейской платформы (включающей 3 региона II порядка – Волго-Уральский, Тиманский и Предуральский) и Урало-Новоземельской горной страны (включающей два региона II порядка – Западно-Уральский и Центрально-Уральский). В пределах крупнейших тектонических структур в мезо-кайнозойское время сформировались неотектонические структуры (морфоструктуры) различного иерархического уровня, отражающие черты геологического строения, характеризующиеся особенностями рельефа, состава и мощности рыхлых кайнозойских отложений, неотектоническими движениями, сейсмичностью, гидрогеологическими условиями и интенсивностью современных геологических процессов.

В связи с этим на основе морфоструктурного подхода природно-территориальные единицы, соответствующие крупнейшим тектоническим, неотектоническим и геоморфологическим структурам (морфоструктурам I порядка), рассматриваются как инженерно-геологические регионы II порядка. В их пределах выделяются инженерно-геологические области, соответствующие крупным морфоструктурам II порядка, которые в свою очередь подразделяются на инженерно-геологические районы, соответствующие средним морфоструктурам III порядка. В соответствии со схемой геоморфолого-неотектонического районирования территория подразделяется на 10 инженерно-геологических областей, которые в свою очередь подразделяются на 25 инженерно-геологических районов [5]. Выделенные районы характеризуются распространением, как правило, одной, реже – двух и более формаций коренной основы и нескольких генетических типов четвертичных образований. По литолого-генетическому принципу инженерно-геологические районы подразделены на крупные участки (I порядка). Выделено 183 инженерно-геологических участка с площадями 223–1747, в среднем 907 км².

Важнейшую роль при изучении инженерно-геологических условий играет комплексная оценка степени инженерно-геологической сложности. Проведено зонирование по региональным инженерно-геологическим факторам: ЭГП (карст, овражность, заболачивание и др.), расчлененности рельефа, сейсмичности, геодинамической активности. Интегральная оценка показателей позволила определить экспертно-балльным путем степень сложности промышленного и хозяйственного освоения и категорию условий. Выделено 4 типа участков: 1 – благоприятные (требуется обычная инженерная подготовка); 2 – условно благоприятные (значительная подготовка); 3 – ограниченно благоприятные (сложная подготовка); 4 – неблагоприятные (требуются специальные трудноосуществимые методы инженерной подготовки). Участки с 1 и 1–2 категорией сложности развиты на западе и северо-западе, занимая 20% всей площади. Участки 2 категории занимают 60% площади. Участки с 2–3 категорией развиты в районах камских водохранилищ, занимая 15% площади. Участки с 3 и 3–4 категорией сложности развиты в промышленных районах – Пермской, Соликамско-Березниковской, Кунгурской, Кизеловской, Чусовской промзонах, занимая 5% всей площади.

Разработаны принципы инженерно-геологического геоинформационного обеспечения урбанизированных территорий [2]. Создан электронный вариант инженерно-геологической карты в ГИС-технологиях. Создание тематических слоев инженерно-геологических условий осуществляется на платформе ArcGIS. В совокупности с базой данных инженерно-геологическая карта представляет собой основу информационно-аналитической системы (ИАС) с многоцелевым назначением. Основные из них – обоснование разработки схем инженерной защиты территорий от опасных геологических процессов; размещения крупных промышленных и топливно-энергетических комплексов, планирование развития социальной и транспортной инфраструктуры промышленно-экономических районов.

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

Список литературы

1. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарёва М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 6. – С. 4–7.

2. Коноплев А.В., Копылов И.С., Пьянков С.В., Наумов В.А., Ибламинов Р.Г. Разработка принципов и создание единой геоинформационной системы геологической среды г. Перми (инженерная геология и геоэкология) // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.

3. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4.

4. Копылов И.С. Инженерно-геологическая роль геодинамических активных зон // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 5–2. – С. 110–114.

5. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. – 2013. – № 3 (20). – С. 5–30.

6. Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1.

7. 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.

8. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 84. – С. 102–112.

9. Копылов И.С., Осовецкий Б.М. Об улучшении свойств грунтов как строительных материалов в связи с инженерно-геологическими проблемами в строительстве // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 3.

10. 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.

11. Михалев В.В., Копылов И.С., Аристов Е.А., Коноплев А.В. Оценка техноприродных и социально-экологических рисков возникновения ЧС на магистральных продуктопроводах Пермского Приуралья // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2005. – № 1. – С. 75–77.

12. Осовецкий Б.М., Копылов И.С. О влиянии структуры аллювиальных крупнообломочных грунтов на их инженерно-геологические свойства // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6.

13. Середин В.В. Исследование степени загрязнения углеводородами грунтов территорий нефтегазовых месторождений // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2014. – № 12. – С. 67–74.

14. Трофимов В.Т. Современное состояние и новые теоретические задачи инженерной геологии как науки // Инженерная геология. – 2010. – № 4. – С. 6–17.

References

1. Galkin V.I., Seredin V.V., Lejbovich L.O., Pushkareva M.V., Kopylov I.S., Chirkova A.A. Ocenka jeffektivnosti tehnologij ochistki neftezagrnennyh gruntov // Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse. 2012. no. 6. pp. 4–7.

2. Konoplev A.V., Kopylov I.S., Pjankov S.V., Naumov V.A., Iblaminov R.G. Razrabotka principov i sozdanie edinoj geoinformacionnoj sistemy geologicheskoy sredy g. Permi

(inzhenernaja geologija i geojekologija) // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. no. 6.

3. Kopylov I.S. Teoreticheskie i prikladnye aspekty uchenija o geodinamicheskikh aktivnyh zonah // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2011. no. 4.

4. Kopylov I.S. Inzhenerno-geologicheskaja rol geodinamicheskikh aktivnyh zon // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. 2014. no. 5–2. pp. 110–114.

5. Kopylov I.S., Konoplev A.V. Geologicheskoe stroenie i resursy neдр v atlase Permskogo kraja // Vestnik Permskogo universiteta. Geologija. 2013. no. 3 (20). pp. 5–30.

6. Kopylov I.S., Konoplev A.V. Metodologija ocenki i rajonirovanija territorij po opasnostjam i riskam vozniknovenija chrezvychajnyh situacij kak osnovnogo rezultata dejstvija geodinamicheskikh i tehnogennyh processov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 1.

7. Kopylov I.S., Konoplev A.V., Golydyrev V.V., Kustov I.V., Krasilnikov P.A. K voprosu ob obespechenii geologicheskoy bezopasnosti razvitiya gorodov // Fundamentalnye issledovanija. 2014. no. 9–2. pp. 355–359.

8. Kopylov I.S., Konoplev A.V., Iblaminov R.G., Osoveckij B.M. Regionalnye faktory formirovanija inzhenerno-geologicheskikh uslovij territorii Permskogo kraja // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. no. 84. pp. 102–112.

9. Kopylov I.S., Osoveckij B.M. Ob uluchshenii svojstv gruntov kak stroitelnyh materialov v svjazi s inzhenerno-geologicheskimi problemami v stroitelstve // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2011. no. 3.

10. 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 nefteдобычи // Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse. 2012. no. 12. pp. 13–16.

11. Mihalev V.V., Kopylov I.S., Aristov E.A., Konoplev A.V. Ocenka tehnoprirodnih i socialno-jekologicheskikh riskov vozniknovenija ЧС na magistralnyh produktoprovodah Permskogo Priuralja // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2005. no. 1. pp. 75–77.

12. Osoveckij B.M., Kopylov I.S. O vlijanii struktury alljuvialnyh krupnooblomochnyh gruntov na ih inzhenerno-geologicheskije svojstva // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 6.

13. Seredin V.V. Issledovanie stepeni zagrnaznenija uglevodorodami gruntov territorij neftegazovyh mestorozhdenij // Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo. 2014. no. 12. pp. 67–74.

14. Trofimov V.T. Sovremennoe sostojanie i novye teoreticheskie zadachi inzhenernoj geologii kak nauki // Inzhenernaja geologija. 2010. no. 4. pp. 6–17.

Рецензенты:

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой инженерной геологии и охраны недр, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь;

Наумов В.А., д.г.-м.н., профессор кафедры поисков и разведки полезных ископаемых, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 18.11.2014.