

УДК 551.24/556.3

UDC 551.24/556.3

ПОИСКИ И КАРТИРОВАНИЕ ВОДООБИЛЬНЫХ ЗОН ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИНЕАМЕНТНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

SEARCHES AND MAPPING OF THE WATER-BEARING ZONES DURING HYDROGEOLOGICAL WORKS WITH APPLICATION OF THE LINEAMENT AND GEODINAMIC ANALYSIS

Копылов Игорь Сергеевич
к.г.-м.н.

Kopylov Igor Sergeyeovich
Cand.Geol.-Mineral.Sci.

ведущий научный сотрудник
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Естественнонаучный институт, Пермь, Россия
614990, Пермь, ул. Генкеля, 4

leading researcher
Perm State University, National Research Natural Science Institute. Perm, Russia
614990, Perm, Genkelya st., 4.

Характеризуются гидрогеологические условия и проблемы региональных гидрогеологических работ территории Пермского Урала и Приуралья. Показана возможность обеспечения населения пресными подземными водами. Рассматривается методология картирования водообильных зон по комплексу методов, включающих линеаментно-геодинамический анализ с выделением геодинамических активных зон на основе дистанционных исследований и геоинформационных технологий

Hydrogeological conditions and problems of regional hydrogeological works of the territory of the Perm Ural and Priurals are characterized. Possibility of providing the population is shown by fresh underground waters. The methodology of mapping of the water-bearing zones on a complex of the methods including the lineament-geodynamic analysis with allocation of geodynamic active zones on the basis of remote researches and geoinformation technologies is considered

Ключевые слова: ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, ЛИНЕАМЕНТНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ВОДООБИЛЬНЫЕ ЗОНЫ, ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ ЗОНЫ

Keywords: HYDROGEOLOGICAL MAPPING, LINEAMENT-GEODYNAMIC ANALYSIS, REMOTE METHODS, GEOINFORMATION TECHNOLOGIES, WATER-BEARING ZONES, GEODYNAMIC ACTIVE ZONES

Водообильные зоны – ограниченные участки земной коры в зоне активного водообмена с повышенной трещиноватостью и концентрацией подземного стока, сформированные в локальных неотектонических блоках в условиях повышенной геодинамической активности. Они представляют собой сложные гидрогеологические объекты в водоносных пластах, горизонтах, комплексах, обладают повышенными ресурсами подземных вод в большинстве – пресных и слабоминерализованных.

В настоящее время существует много методов и технологий выделения водообильных зон, основные из них: картирование по родникам и скважинам, гидрометрический способ (по расчетным показателям подземного стока, удельному водопитоку и др.); геофизические методы, (электроразведка, гамма-каротаж, сейсмоакустика, инфракрасная съемка и др.),

структурно-геоморфологические, аэрокосмические и неотектонические методы (анализ эрозионной расчлененности рельефа, мегатрещиноватости и др.), гидрогеохимические методы (по модулю подземного химического стока, водногелиевой съемке и др.).

На Урале и Приуралье поиски водообильных зон ведутся на протяжении более 50 лет. Их изучением занимались многие исследователи – Н.Д. Буданов, Л.И. Шимановский, И.А. Печеркин, Г.К. Михайлов, Е.А. Иконников, А.В. Ревин, В.Н. Катаев, В.А. Шерстнев и др. Как правило, водообильные зоны выявляются и подтверждаются при проведении региональных гидрогеологических исследований и картографировании. Вся территория в пределах Пермского края (160,7 тыс. км²) в 50-60 годы XXв. была охвачена гидрогеологической съемкой масштаба 1:500 000 (Л.И. Шимановский, Г.К. Михайлов, Е.А. Бобров, А.М. Оскотский и др.). Гидрогеологическое картографирование масштаба 1:200 000 выполнено на площади 120 тыс. км², что составляет около 75% ее территории (В.И. Мошковский, Е.А. Иконников, В.А. Поповцев, С.В. Заякин, А.Г. Мелехов, И.М. Синицин, А.В. Ревин, В.П. Куликов, П.П. Ведерников, В.М. Балдин, И.С. Копылов и др.). В основном, это съемки более 20-30 летней давности (в 1961-1970гг. закартированы 11 листов масштаба 1:200 000, в 1971-1980гг. – 10 листов, в 1981-1990гг. – 10 листов, в 1991-2000гг. – 3 листа). После 2000г. изучался лишь 1 лист – О-40-ХV.

Гидрогеологические условия и проблемы

Территория характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. Она расположена в пределах двух крупных структурно-геологических регионов: восточной окраины Русской платформы и горноскладчатого Урала, захватывает 3 бассейна подземных вод – Камско-Вятский бассейн пластовых напорных вод, Предуральский сложный бассейн пластовых вод и Западно-Уральский бассейн пластово-блоковых вод. В верхней части гидрогеологического разреза (в зоне интенсивного водообмена) залегают

преимущественно фациально невыдержанные терригенные, карбонатные, сульфатные и галогенные породы верхнего палеозоя. Формирование водообильных зон происходит под действием многих процессов, ведущую роль среди которых играют структурно-тектонические условия и геодинамическая (неотектоническая) активность, обуславливающие повышенную степень трещиноватости пород, в Предуральском бассейне также – карст [1-4].

Пермский край обладает значительными ресурсами пресных подземных вод, однако, они расположены неравномерно по площади. Наиболее водообильные горизонты подземных вод, пригодные для создания крупных водозаборов, расположены в восточной части Предуральского бассейна и в Западно-Уральском бассейне, при этом основная часть населения края проживает в пределах Камско-Вятского и Предуральского бассейнов. Современное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Пермского края базируется на использовании подземных и поверхностных вод с преобладанием последних.

В крае ведутся поиски и разведка подземных вод для водоснабжения крупных населенных пунктов (ООО «Запуралгидрогеология» и др.), разведано 126 месторождений пресных подземных вод, с суммарными эксплуатационными запасами 1125 тыс. м³/сут, из них в 2010 г. (по данным ГИД-ЭЖ) эксплуатировались 67 месторождений с общим водоотбором 226 тыс. м³/сут. Текущая потребность в хозяйственно-питьевых водах удовлетворяется подземными водами лишь на 15 %. Сравнительно низкий процент использования подземных вод объясняется как необеспеченностью ряда городов достаточными запасами подземных вод (Пермь, Добрянка, Чусовой), так и неосвоенностью разведанных запасов (Кизел, Кунгур, Чердынь, Гремячинск, Нытва, Краснокамск). Города Соликамск и Березники (с населением около 300 тыс. человек) используют для хозяйственно-питьевого водоснабжения исключительно подземные воды. Краевой центр – г. Пермь

для хозяйственно-питьевого водоснабжения использует в основном поверхностные воды и только 2 % подземных вод (по данным МПР Пермского края).

Серьезную проблему состояния подземных вод, как на действующих водозаборах, так и на региональном уровне создает мощное техногенное воздействие со стороны промышленного и горно-нефтедобывающего фактора [5]. По степени защищенности подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта преобладают незащищенные и слабо защищенные территории; относительно защищенные территории развиты локально. Подземные воды верхних горизонтов подвержены значительному загрязнению, которое особенно проявляется в наличии нефтепродуктов, тяжелых металлов, хлоридов, нитратов, нитритов, пестицидов и др. Практически половина территории края имеет умеренно опасную степень загрязнения подземных вод, 10% имеет опасную и чрезвычайно опасную степень загрязнения [6, 7].

Таким образом, для населения многих районов, особенно в западной центральной и южной его частях края испытывается острый дефицит в пресной питьевой воде. К сожалению, тенденция снижения темпов проведения региональных гидрогеологических работ в последнее десятилетие, характерная для России в целом, обусловленная еще последствиями экономического кризиса не позволяет надеяться на развитие гидрогеологического картографирования (до уровня 70-90-х годов XXв.) в ближайшей и среднесрочной перспективе.

В условиях дефицита финансирования на региональные гидрогеологические работы (стоимость которых довольно высокая) на первый план выходит их комплексирование с более экономичными – дистанционными исследованиями, направленными на поиски водообильных зон и применением ГИС-технологий. При этом объем собственно гидрогеологических работ (гидрогеологические маршруты, бурение скважин с откачками, гид-

рометрия, опробование, и особенно площадные геофизические методы) уменьшается (и концентрируется преимущественно на ключевых участках) а площадь исследований увеличивается и отрабатывается способом групповой съемки. Применение ГИС-технологий на основе создания баз данных (БД), автоматизированных методов дешифрирования и обработки данных, а также пространственного анализа, позволяет намного эффективнее проводить общий комплекс исследований.

Методика, результаты исследований и их обсуждение

В последнее десятилетие был выполнен ряд федеральных и региональных геологических и гидрогеологических проектов, в которых автор был ответственным исполнителем: «Составление геоэкологической карты Пермской области масштаба 1:500 000», «Составление гидрогеологической карты Пермской области масштаба 1:500 000 на основе создания базы данных «Региональная гидрогеология Пермской области масштаб 1:500 000», «Составление (обновление) серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200 000 (Пермская серия)», «Создание автоматизированного рабочего места (АРМ) гидрогеолога – съемщика», «Гидрогеологическое доизучение с геоэкологическим картированием масштаба 1:200 000 листа О-40-ХV (гг.Пермь, Добрянка)», «Составление карты неотектонической активности Пермской области масштаба 1:500 000», «Составление карты неотектонических блоковых структур Пермского Приуралья», «Обеспечение территории Пермского края аэрокосмогеологической основой с целью определения нефтеперспективных площадей и участков для включения в программу лицензирования». Проведение этих исследований способствовало разработке нового направления поисков водообильных зон на основе картографирования и изучения геодинамических активных зон (АЗ), по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с применением ГИС-технологий [8].

С учетом новых геологических материалов результаты гидрогеологических съемок были переинтерпретированы. Проведен комплексный структурно-гидрогеологический и гидрогеохимический, морфонеотектонический, линеаментно-геодинамический анализ Пермского края. Интерпретация известных гидрогеологических закономерностей (распределение подземного и подземного химического стока) и геодинамических закономерностей (геодинамические активные зоны) позволила установить новые или уточнить известные водообильные зоны и гидрогеохимические аномалии (рисунок).

Основой для выделения геодинамических АЗ являлись материалы дистанционного зондирования и результаты дешифрирования космических снимков (масштаб 1:500 000-1:100 000). Основной объем дешифрирования выполнен на современных цифровых спектрзональных космоснимках высокого разрешения, с применением компьютерных технологий. Технология компьютерного дешифрирования космоснимков и обработки данных реализована на базе программного обеспечения ESRI – ARC GIS и его модулей. Обработка линейных объектов – неотектонических линеаментов и мегатрещин, расчет их плотности (по протяженности на единицу площади) произведен в Arc Map (Spatial Analyst Tools, Line Density), которая ранжирована по баллам статистического распределения и классифицирована по геологическим признакам на классы неотектонической активности. Выделено более 50 тыс. прямолинейных линеаментов, различных таксономических рангов (региональных, зональных, локальных и коротких) [9, 10].

Региональные и зональные линеаменты, как правило, контролируют элементы тектонического строения территории. Наиболее тектонически ослабленными являются участки на границах неотектонических блоковых структур, где наблюдается наибольшее сгущение и пересечение линеаментов и мегатрещин, отмечается наибольшая расчлененность рельефа и в целом повышенная неотектоническая активность и водоносность [11].

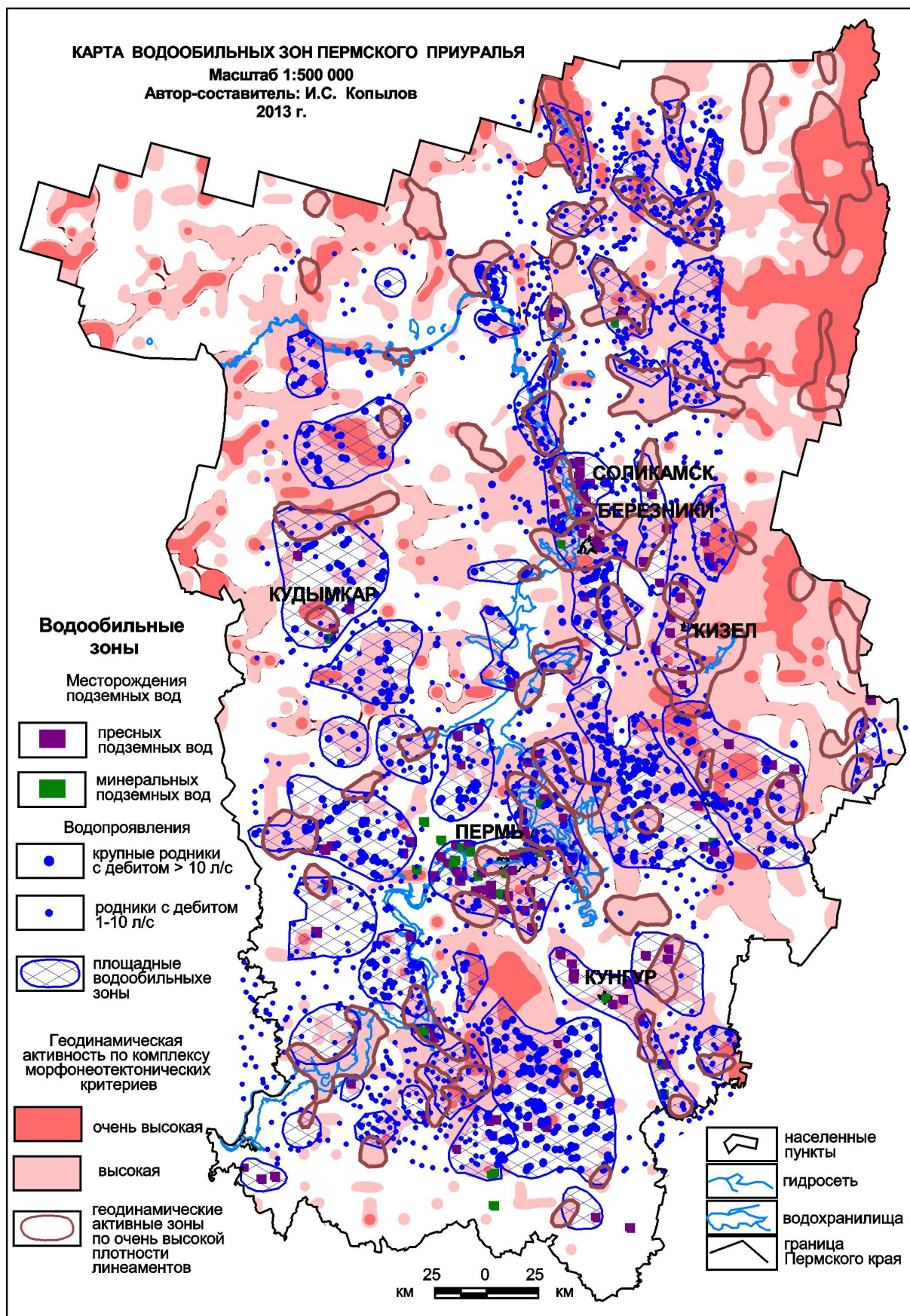


Рис. Карта водообильных и геодинамических активных зон

По показателям плотности линеаментов проведена оценка неотектонической активности территории, построена карта геодинамических активных зон и участков. Всего на территории Пермского края по результатам регионально-зонального ДЗЗ установлено 60 крупных геодинамических АЗ с площадями 100-200 и более км². Пространственно они располагаются: 24 – Камско-Вятском бассейне, 18 – в Предуральском и 18 – в Западно-Уральском бассейне. Крупные геодинамические АЗ имеют сложное мозаичное строение и по материалам детального ДЗЗ, «разбиваются» на многочисленные участки разной интенсивности площадью от 2 до 20 км². Пространственная корреляция площадей геодинамических АЗ и выявленных водообильных зон указывает на их близкое соответствие (более 80%). При этом отмечается, что в наиболее активных геодинамических зонах выраженных системами крупных неотектонических линеаментов формируются более водообильные участки.

Положение, согласно, которому, в формировании гидрогеологической обстановки в зоне активного водообмена, ведущую роль играют состояние структурно-геологических условий и неотектонические движения является закономерностью, для многих регионов мира и подтверждено нами в других регионах [12-14]. Например, на территории Сибирской платформы (на площади 120 тыс. км²) было изучено распределения подземного стока по данным 4 тыс. родников и установлена прямая зависимость дебитов родников от степени тектонической трещиноватости, обусловленной в свою очередь геодинамической активностью [15]. Поэтому метод картирования водообильных зон по геодинамическим активным зонам может рассматриваться, как универсальный.

В результате комплексного анализа с применением данных ДЗЗ и ГИС-технологий построена гидрогеологическая ГИС-карта территории Пермского края с геодинамическими активными, водообильными и гидрогеохимическими зонами [16, 17]. Базовый масштаб 1:500 000. С учетом ло-

кальных гидрогеологических баз данных и инструментов ARC GIS, масштабируемая среда карты находится в интервале масштабов 1:1 000 000 - 1:200 000. В легенде и БД отражены: гидрогеологическое районирование по бассейнам подземного стока, характеристика гидрогеологических подразделений, водопроявления (месторождения пресных и минеральных подземных вод, гидрогеологические скважины, родники), водообильные зоны, химический состав подземных вод (3,5 тыс. анализов) и другие данные.

Заключение

Комплексный гидрогеологический и линеаментно-геодинамический анализ с учетом параметров водоносности и плотности трещиноватости позволил скорректировать границы известных водообильных зон и спрогнозировать новые зоны.

Ближайшие задачи региональных гидрогеологических работ в Пермском крае связаны с их геоинформационным и дистанционным обеспечением: 1) актуализация БД «Региональная гидрогеология масштаба 1:200 000 с участками городов масштаба 1:50 000»; 2) внедрение в практику гидрогеологического картографирования автоматизированного рабочего места (АРМ) гидрогеолога – съемщика; 3) разработка и внедрение компьютерного гидрогеологического и геодинамического моделирования с применением дистанционной основы применительно к условиям городской среды.

Список литературы

1. Копп М.Л. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) /М.Л. Копп М.Л., В.Е. Вержбицкий А.А. Колесниченко, И.С. Копылов // Геотектоника, – М., 2008. № 6. – С.46-69.

2. Копылов И.С. Геоэкологические исследования нефтегазоносных регионов: дис. канд. геол.-минерал. наук. – Пермь, 2002. – 307 с.

3. Копылов И.С. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края / И.С. Копылов, А.В. Коноплев, Р.Г. Ибламинов, Б.М. Осовецкий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №10(84). – С. 191-201. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/15.pdf>, 0,688 у.п.л.

4. Середин В.В. Прогнозирование карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий / В.В. Середин, В.И. Галкин, А.В. Растегаев, Л.О. Лейбович, М.В. Пушкарева // Инженерная геология. 2012. № 2. С. 40-45.
5. Лейбович Л.О. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи / Л.О. Лейбович, В.В. Середин, М.В. Пушкарева, А.А. Чиркова, И.С. Копылов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012. – № 12. – С. 13-16.
6. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки. – Тамбов, 2011. № 8. – С. 126-129.
7. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6; URL: [www.science-education.ru /100-5214](http://www.science-education.ru/100-5214) (дата обращения: 13.01.2012).
8. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4; URL: [www.science-education.ru /98-4745](http://www.science-education.ru/98-4745) (дата обращения: 29.09.2011).
9. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7570> (дата обращения: 30.11.2012).
10. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей и их влияние на инженерно-геологические условия // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 5; URL: www.science-education.ru/99-4894 (дата обращения: 07.12.2011).
11. Середин В.В. К вопросу о формировании морфологии поверхности трещины разрушения горных пород / В.В. Середин, Л.О. Лейбович, М.В. Пушкарева, И.С. Копылов, А.С. Хрулев // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. Издательство Сибирского отделения РАН. – Новосибирск, 2013. – № 3 – С. 85-90.
12. Копылов И.С. Влияние геодинамики и техногенеза на геоэкологические и инженерно-геологические процессы в районах нефтегазовых месторождений Восточной Сибири // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3; URL: www.science-education.ru/103-6522 (дата обращения: 26.06.2012).
13. Копылов И.С., Ликуты Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. № 9 (часть 3), 2012. – С. 602-606. URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=9999535 (дата обращения: 02.09.2012).
14. Ликуты Е.Ю., Копылов И.С. Комплексирование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. – 2013. – №4. – С. 125-133.
15. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы: монография/ Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2013. – 166 с.
16. Копылов И.С. Гидрогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2012. – С. 145-149.
17. Копылов И.С. Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в Атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. – Пермь, 2013. – Вып. 3 (20). – С. 5-30.

References

1. Kopp M.L. Novejshaja dinamika i verojatnoe proishozhdenie Tulvinskoj vozvshennosti (Permskoe Priural'e) /M.L. Kopp M.L., V.E. Verzhbickij A.A. Kolesnichenko, I.S. Kopylov // Geotektonika, – M., 2008. № 6. – S.46-69.
2. Kopylov I.S. Geojekologicheskie issledovanija neftegazonosnyh regionov: dis. kand. geol.-mineral. nauk. – Perm', 2002. – 307 s.
3. Kopylov I.S. Regional'nye faktory formirovanija inzhenerno-geologicheskikh uslovij territorii Permskogo kraja / I.S. Kopylov, A.V. Konoplev, R.G. Iblaminov, B.M. Osoveckij // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubansko-go gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №10(84). – S. 191-201. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/15.pdf>, 0,688 u.p.l.
4. Seredin V.V. Prognozirovanie karstovoj opasnosti pri inzhenerno-geologicheskom racionirovanii territorij / V.V. Seredin, V.I. Galkin, A.V. Rastegaev, L.O. Lejbovich, M.V. Pushkareva // Inzhenernaja geologija. 2012. № 2. S. 40-45.
5. Lejbovich L.O. Jekologicheskaja ocenka territorij mestorozhdenij uglevodorodnogo syr'ja dlja opredelenija vozmozhnosti razmeshhenija ob#ektov neftedobychi / L.O. Lejbovich, V.V. Seredin, M.V. Pushkareva, A.A. Chirkova, I.S. Kopylov // Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIOJeNG», 2012. – № 12. – S. 13-16.
6. Kopylov I.S. Koncepcija i metodologija geojekologicheskikh issledovanij i kartografirovanija platformennyh regionov // Perspektivy nauki. – Tambov, 2011. № 8. – S. 126-129.
7. Kopylov I.S. Principy i kriterii integral'noj ocenki geojekologicheskogo sostojanija prirodnyh i urbanizirovannyh territorij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2011. – № 6; URL: www.science-education.ru/100-5214 (data obra-shhenija: 13.01.2012).
8. Kopylov I.S. Teoreticheskie i prikladnye aspekty uchenija o geodinamicheskikh aktivnyh zonah // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2011. – № 4; URL: www.science-education.ru/98-4745 (data obrashhenija: 29.09.2011).
9. Kopylov I.S. Lineamentno-geodinamicheskij analiz Permskogo Urala i Pri-ural'ja // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2012. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7570> (data obrashhenija: 30.11.2012).
10. Kopylov I.S. Geodinamicheskie aktivnye zony Verhnekamskogo mestorozhdenija kalijno-magnievyyh solej i ih vlijanie na inzhenerno-geologicheskie uslovija // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2011. – № 5; URL: www.science-education.ru/99-4894 (data obrashhenija: 07.12.2011).
11. Seredin V.V. K voprosu o formirovanii morfologii poverhnosti treshhiny razrushenija gornyyh porod / V.V. Seredin, L.O. Lejbovich, M.V. Pushkareva, I.S. Kopylov, A.S. Hrulev // Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznyh is-kopaemyh. Izdatel'stvo Sibirskogo otdelenija RAN. – Novosibirsk, 2013. – № 3 – S. 85-90.
12. Kopylov I.S. Vlijanie geodinamiki i tehnogeneza na geojekologicheskie i inzhenerno-geologicheskie processy v rajonah neftegazovyh mestorozhdenij Vostochnoj Sibiri // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2012. – № 3; URL: www.science-education.ru/103-6522 (data obrashhenija: 26.06.2012).
13. Kopylov I.S., Likutov E.Ju. Strukturno-geomorfologicheskij, gidrogeologicheskij i geohimicheskij analiz dlja izuchenija i ocenki geodinamicheskoy aktivnosti // Fundamental'nye issledovanija. № 9 (chast' 3), 2012. – S. 602-606. URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=9999535 (data obrashhenija: 02.09.2012).

14. Likutov E.Ju., Kopylov I.S. Kompleksirovanie metodov izuchenija i ocenki geodinamicheskoj aktivnosti // Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – №4. – S. 125-133.

15. Kopylov I.S. Geojekologija neftegazonosnyh rajonov jugo-zapada Sibirskoj platformy: monografija/ Perm. gos. nac. issl. un-t. – Perm', 2013. – 166 s.

16. Kopylov I.S. Hidrogeohimicheskie anomal'nye zony Zapadnogo Urala i Pri-ural'ja // Geologija i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala. – Perm. gos. nac. issl. un-t. Perm', 2012. – S. 145-149.

17. Kopylov I.S. Konoplev A.V. Geologicheskoe stroenie i resursy neдр v Atlase Permskogo kraja // Vestnik Permskogo universiteta. Geologija. – Perm', 2013. – Vyp. 3 (20). – S. 5-30.