

## **МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ И РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПО ОПАСНОСТЯМ И РИСКАМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ КАК ОСНОВНОГО РЕЗУЛЬТАТА ДЕЙСТВИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Копылов И.С., Коноплев А.В.**

*Естественно-научный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, Россия (614990, г. Пермь, ул. Генкеля, 4), georif@yandex.ru*

Разработана методология районирования и оценки территорий (на примере Пермского края) по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций техноприродного характера с экологическими последствиями. Для систематизации и ранжирования таксонов разработана классификационная схема признаков индивидуальных видов районирования. Районирование проводилось по двум основным индивидуальным информационным группам: регионально-геологическим (с использованием тектонического, неотектонического, геоморфологического и гидрогеологического признаков) и социально-техногенным условиям (учитывающим плотность населения и различные виды техногенной нагрузки). На интегральной карте районирования выделены 9 основных территориально-промышленных комплексов с высокой вероятностью возникновения чрезвычайных ситуаций, обусловленных геодинамическими и техногенными процессами.

Ключевые слова: районирование и оценка, опасности и риски, чрезвычайные ситуации, геодинамические и техногенные процессы.

## **METHODOLOGY OF ASSESSMENT AND ZONING OF TERRITORIES ACCORDING TO HAZARDS AND RISKS OF OCCURRENCE OF EMERGENCY SITUATIONS AS MAIN RESULT OF ACTION OF GEODYNAMIC AND TECHNOLOGICAL PROCESSES**

**Kopylov I.S., Konoplev A.V.**

*Natural Science Institute of the Perm State National Research University, Perm, Russia (614990, Perm, Gencelya st., 4), georif@yandex.ru*

The methodology of zoning and evaluation of territories (by the example of the Perm region) on hazards and risks of occurrence of emergency situations of technogenic and natural disasters with environmental consequences is developed. The classification scheme of characteristics of individual types of zoning for systematization and rank taxa is derived. Zoning was held in two basic individual information groups: regional geological (using tectonic, neotectonic, geomorphological and hydrogeological characteristics) and socio-technogenic conditions (taking into account population density and various types of technogenic load). The integral map zoning were allocated 9 of the basic territorial-industrial complexes with a high probability of occurrence of emergency situations caused by geodynamic and techno-genetic processes are highlighted.

Keywords: zoning and assessment, hazards and risks, emergencies, geodynamic and technological processes.

### **Введение**

Районирование по условиям развития опасных техноприродных процессов (ОПТП) с комплексной оценкой экологического состояния природной среды является важнейшей задачей инженерно-экологических исследований с оценкой территорий по степени опасности возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, которые в большинстве случаев являются результатом синергетического действия геодинамических и техногенных процессов. Геодинамика и техногенез представляют собой два мощных современных фактора планетарного и регионального уровней, которые приводят к глобальному изменению окружающей среды обитания человека и геологической среды в частности.

Изучение активных геодинамических зон и применение линеаментно-геодинамического и морфонеотектонического анализа имеют огромное значение для решения различных практических задач [6; 8]. Неотектонические условия играют одну из основных ролей при определении геодинамических и геоэкологических условий территорий. Состояние окружающей природной среды зависит от многих факторов и контролируется, прежде всего, геодинамическими условиями, обусловленными глубинным строением земной коры и степенью активности современных тектонических движений [2]. В строении земной коры выделяются два основных геодинамических элемента – относительно монолитные геоблоки со стабильным неотектоническим режимом и геодинамические активные зоны со значительно более высокой мобильностью неотектонических движений. Поэтому при характеристике геоэкологических условий важно выделить эти геоблоки и определить степень неотектонической активности, которая отражается на формировании геохимических и геофизических геопатогенных аномалий, водоносных зон, на степени инженерной устойчивости и сейсмичности территории, в увеличении диапазона экзогенных геологических процессов.

#### **Методика и результаты исследований**

Методические основы районирования территорий по степени риска возникновения ЧС природного и техногенного характера на примере Пермского края разработаны нами в Пермском госуниверситете [9]. Отличие предложенной схемы районирования от других схем (разработанных И.В. Поповым, Г.А. Голодковской, В.Т. Трофимовым и др.) состоит в том, что в ней учитывается техногенная составляющая инженерно-геологических условий, а также факторы, определяющие не только относительно статичные характеристики литосферы, но и динамические показатели внешних на нее воздействий.

Основной методологический принцип исследований базируется на системном подходе – комплексности, преемственности и соподчинении масштабов работ. Районирование территорий по риску возникновения ЧС на региональном уровне является единым, независимо от масштаба работ. Типологическое районирование (ранжирование условий) проводилось по двум основным индивидуальным информационным группам: регионально-геологическим и социально-техногенным условиям развития ОПТП. При разработке таксонов индивидуального районирования и выбора критериев их выделения учитывался фактор детальности работ и специфика отдельных территорий. Для систематизации и ранжирования таксонов была разработана классификационная схема признаков индивидуальных видов районирования с оценкой их значимости по шкале баллов, присвоенных экспертно каждому индивидуальному признаку районирования с разбивкой на 4 градации. Для выделения административно-территориальных единиц с повышенным уровнем природного и техногенного риска развития

ЧС проводилось оценочное районирование с использованием схемы перекрестного районирования по основным условиям развития ОПТП.

Районирование проводилось в два основных этапа: региональный этап масштаба 1:500 000 (в границах субъектов РФ) и зональный этап масштаба 1:200 000 (в границах отдельных административно-территориальных единиц с повышенным уровнем природного и техногенного риска развития ЧС). При этом проводилось два вида индивидуального районирования.

1. Индивидуальное районирование территории Пермского края по основным *регионально-геологическим условиям* развития ОПТП проводилось с использованием тектонического, неотектонического, геоморфологического и гидрогеологического признаков [8], которые в совокупности характеризуют современную геодинамическую активность. По их основным признакам обособлены районы I-IV порядков. Районы I порядка выделены по сейсмичности (на основе карты общего сейсмического районирования ОСР-97-С территории РФ). По данным ИФЗ РАН, на территории Пермского края выделяется зона наивысшей для всей Восточно-Европейской платформы и Урала сейсмической активности. Вероятность сейсмической опасности может повышаться в пределах территориальных единиц с аномально высоким уровнем техногенной нагрузки. Районы II порядка выделялись по коэффициенту суммарной эрозионной расчлененности рельефа, рассчитанному в условных единицах м·км/км<sup>2</sup>. Этот показатель характеризует современные геоморфологические и неотектонические условия. Районы III порядка выделены по показателю суммарной линейной плотности мегатрещин. Это наиболее важный геодинамический (тектонический) показатель, при расчете которого учитывались данные среднемасштабного (1:100 000-1:200 000) аэрокосмического дешифрирования [6]. Сопоставление полученных данных показывает, что современная сеть линеаментов и мегатрещин наложена на более древний структурный каркас разломной тектоники и отображает новейшие деформации пород. Развиваясь на нем и взаимодействуя с ним, она создает постоянно действующий тектонический каркас, который определяет интенсивность современных геологических процессов, протекающих в заключительную фазу неотектонического этапа развития Пермского Приуралья. Районы (участки) IV порядка выделялись по гидрогеологическому показателю – модулю подземного стока. Установлено, что чем выше модуль подземного стока, тем выше вероятность неотектонической активности и, следовательно, выше вероятность развития ОПТП [7].

2. Индивидуальное районирование территории Пермского края *по социально-техногенным условиям* развития ОПТП позволило выделить основные таксоны – комплексы I-IV порядков. Комплексы I порядка обособлены по плотности населения (в чел/км<sup>2</sup>) – важнейшему показателю, характеризующему степень освоенности территорий. «Человеческий»

фактор, несомненно, занимает приоритетное положение при оценках «уязвимости» территорий от развития ЧС техноприродного характера. Комплексы II порядка выделены с учетом степени общей техногенной нагрузки в границах территориально-административного деления Пермского края. Комплексы III порядка выделены по суммарной линейной плотности магистральных и межпромысловых нефте- и газопроводов, км/км<sup>2</sup>. Большую потенциальную опасность представляют сотни пересечений их с реками, железными и автомобильными дорогами, где отмечены аварийные загрязнения грунтов нефтепродуктами [1; 10]. Комплексы IV порядка выделены по важнейшему техногенному фактору территории – площади обработанных пространств калийными рудниками, напрямую обуславливающими проседание земной поверхности [4].

Пространственные картографические модели по индивидуальным видам районирования территории по каждому информационному блоку создавались с использованием программы ArcView. Сопряжение разнородной информации и пространственное суммирование таксонов было выполнено с использованием Model Builder, который является составной частью Spatial Analyst. В дальнейшем все карты информационных блоков были преобразованы в грид, и методом оверлейного суммирования таксонов были составлены схемы индивидуального районирования (рис. 1). Конечными таксонами при совмещении двух видов районирования по регионально-геологическим и социально-техногенным условиям развития ОПТП являются природно-технические системы (ПТС), которые были обособлены путем наложения друг на друга независимых индивидуальных по содержанию подсистем районирования. В результате была составлена интегральная схема районирования по природно-техногенным условиям развития ОПТП, на которой выделены ПТС с низкой, средней, высокой и очень высокой вероятностью развития опасных техноприродных процессов (рис. 2).

### **Обсуждение результатов исследований**

Проведенное региональное районирование территории Пермского края по условиям развития опасных техноприродных процессов позволило выделить 9 основных территориально-промышленных комплексов (ТПК): 1) Пермско-Краснокамский, 2) Соликамско-Березниковский, 3) Лысьвенско-Чусовской, 4) Кизеловско-Губахинский, 5) Добрянско-Полазненский, 6) Кунгурский, 7) Чайковский, 8) Осинский, 9) Ординско-Суксунский.

Первые шесть ТПК охватывают большие по площади территории и характеризуются высокой вероятностью развития ОПТП, а также неблагоприятными и весьма неблагоприятными экологическими условиями, которые отвечают категориям экологического кризиса или бедствия. Данные территории представляют собой практически полностью антропогенные ландшафты с развитием промышленных и селитебных зон.

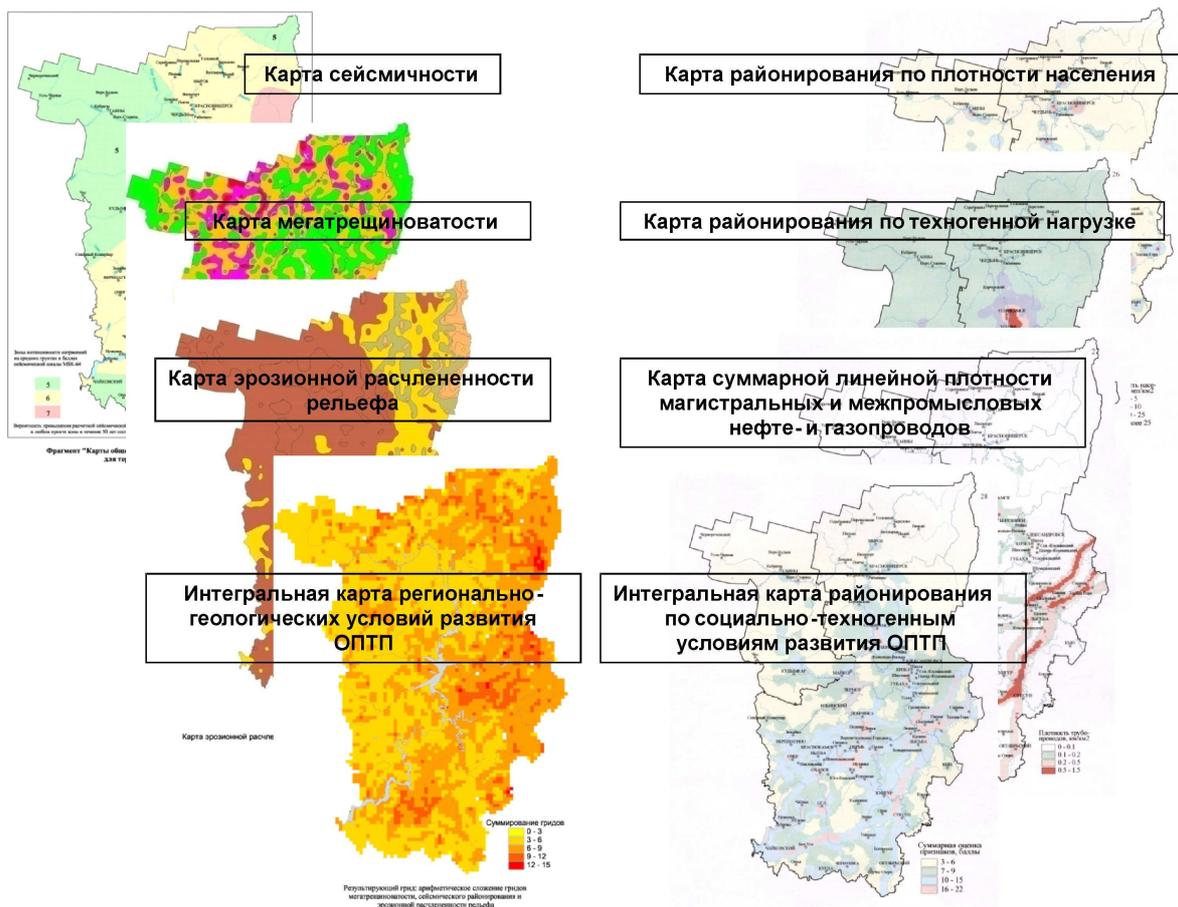


Рис. 1. Схемы индивидуального районирования

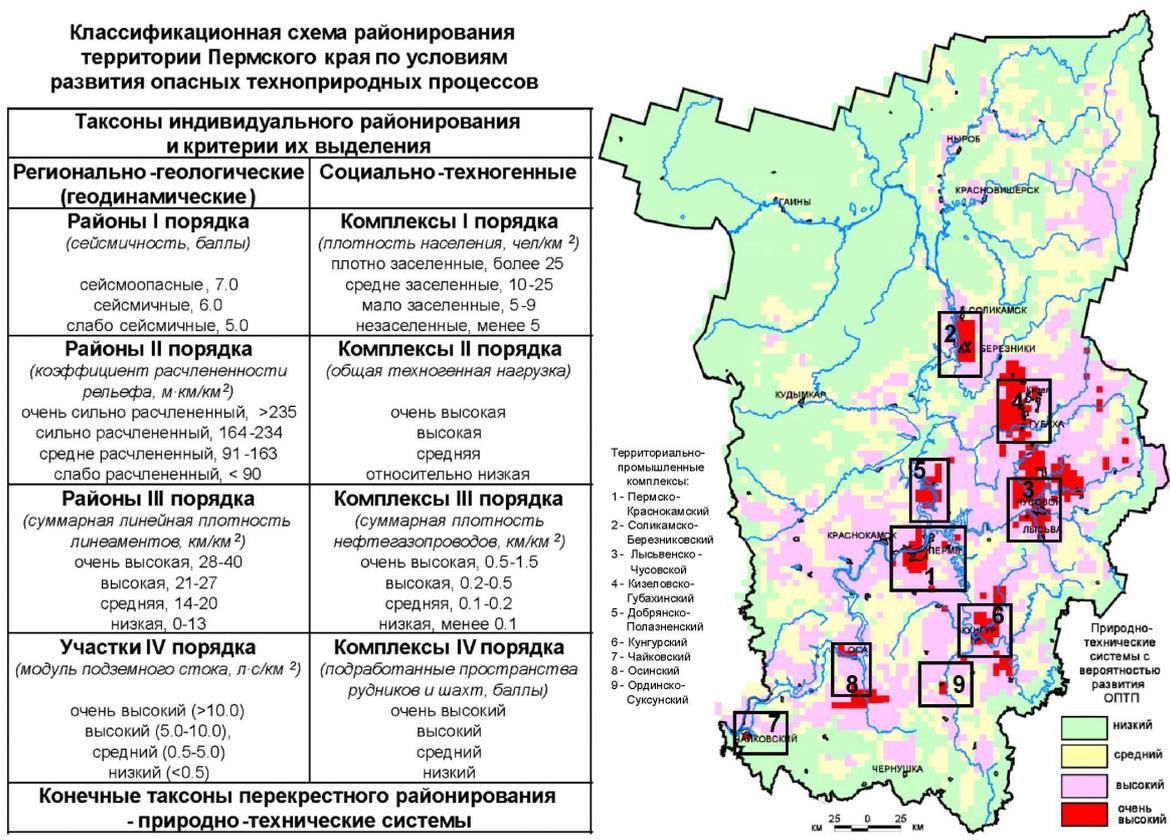


Рис. 2. Схема районирования и оценки территории Пермского края по опасностям и рискам возникновения ЧС с экологическими последствиями [9 – с изменением]

Для них характерна высокая концентрация населения и опасных техногенных объектов. В пределах этих территорий находятся 11 химически опасных городов: 1-й степени химической опасности – Пермь, Березники, Соликамск, Краснокамск; 2-й степени химической опасности – Кунгур, Губаха; 3-й степени химической опасности – Лысьва, Чусовой, Добрян-ка, Гремячинск, Кизел. В этих городах сосредоточено около 70 химически опасных объектов экономики, и, по результатам прогноза возможных ситуаций с выбросом аварийно химиче-ски опасных веществ в атмосферу, в зоне возможного заражения могут оказаться значитель-ные площади селитебных зон. Негативное влияние на уровень защищенности населения от ЧС в указанных ТПК оказывает катастрофическая степень нарушенности природной среды, которая характеризуется повсеместным распространением ОТПП (существует прямая угроза техногенных или карстовых провалов, затопления и подтопления территорий, землетрясе-ний, переработки берегов). Более половины (77%) выявленных очагов загрязнения подзем-ных вод в Пермском крае приходится на площади Соликамско-Березниковского, Пермско-Краснокамского, Кизеловско-Губахинского и Лысьвенско-Чусовского территориально-промышленных комплексов, где проживает более половины населения края.

Для этих территорий установлена опасная тенденция увеличения интенсивности и площадей развития техногенного загрязнения, что связано в основном с недропользованием – с добычей и переработкой калийных солей Верхнекамского месторождения, ликвидацией (затоплением) шахт Кизеловского угольного бассейна, эксплуатацией нефтяных месторож-дений и концентрацией опасных промышленных производств в городских агломерациях или в непосредственной близости от них. Установлены обширные геохимические аномалии по всем средам с ореолами и потоками с чрезвычайно опасной степенью загрязнений, превы-шающих 3-20 ПДК (иногда сотни и тысячи ПДК). В перечисленных ТПК отмечается высо-кий уровень заболеваемости населения.

По совокупности двух видов районирования в южной части Пермского края выделяют-ся площади с меньшим территориальным охватом, которые также характеризуются повы-шенным уровнем возникновения ЧС техноприродного характера: Осинская градопромыш-ленная зона (радиоэкологические последствия подземных ядерных взрывов – изменения гид-рогеологического режима в зоне активного водообмена, очаги радиационного загрязнения подземных вод; высокая плотность нефтегазопроводов и объектов нефтедобычи); Чайков-ская градопромышленная зона (расположена в приплотинной части Воткинского гидроузла, имеются химические производства 2-й степени опасности); Ординско-Суксунская зона про-дуктопроводов (высокая плотность нефтегазопроводов, проходящих по зонам активно разви-вающихся карстово-суффозионных процессов, приводящих к деформациям земной поверх-ности и сооружений).

По аналогичной методике проводилось зональное районирование территории наиболее сложного – Березниковско-Соликамского промузла с выделением зон повышенного уровня риска возникновения ЧС техногенного и природного характера (рис. 3) и некоторых других районов.

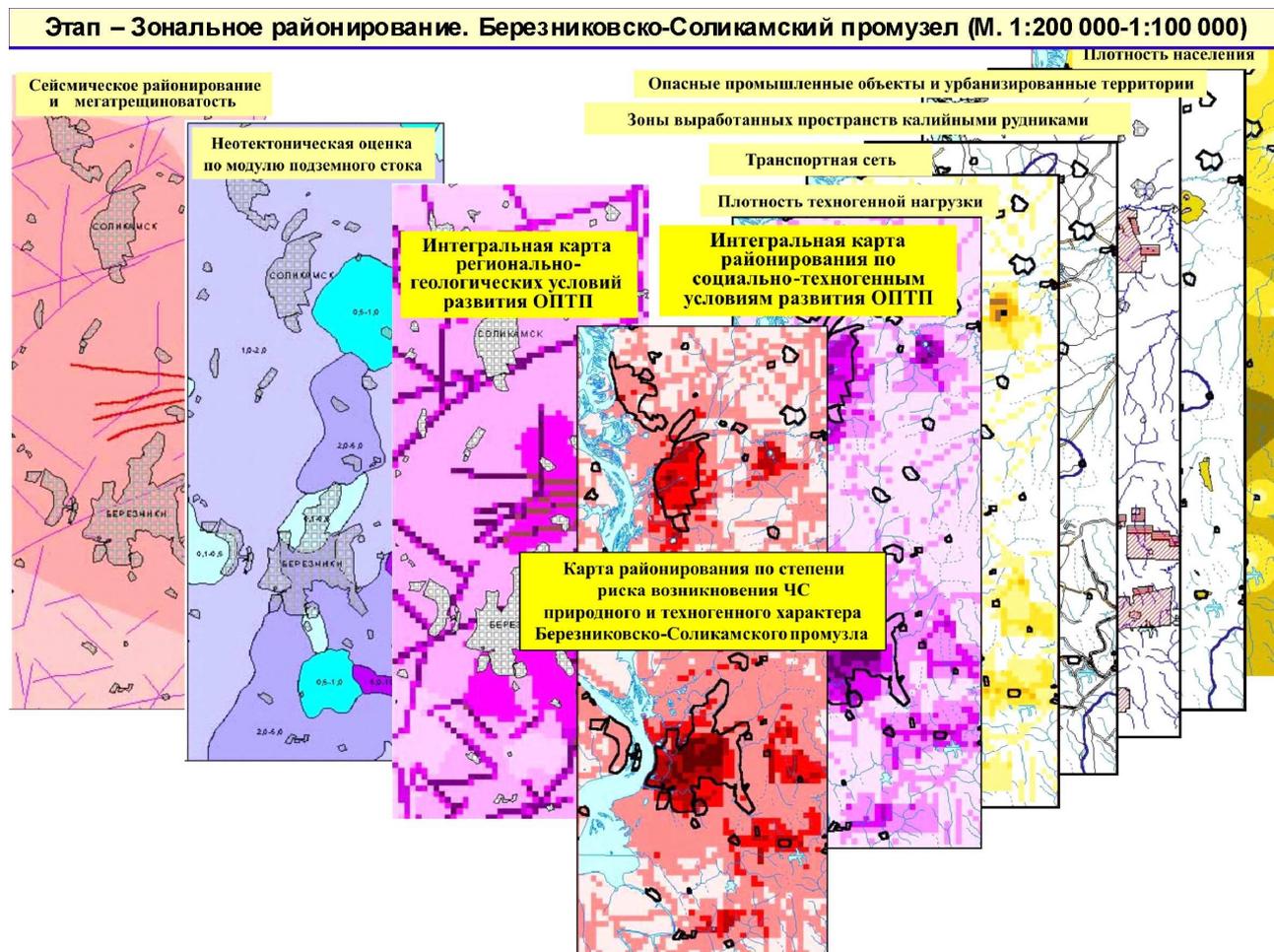


Рис. 3. Схема районирования Березниковско-Соликамского промузла по степени риска возникновения ЧС природного и техногенного характера

**Заключение.** Результаты данного районирования практически полностью подтверждают результаты геоэкологического районирования и комплексной оценки экологического состояния территории Пермского края, проведенные в процессе геоэкологического картографирования [3; 5]. Но в отличие от первого вида районирования (являющегося результатом уже свершившихся действий техноприродных факторов) второй вид представляет собой в большей степени схему прогнозирования новых техноприродных процессов. Практика подтверждает необходимость внедрения методики линейно-геодинамического и морфонеотектонического анализов при геоэкологическом картографировании и районировании территорий с оценкой техноприродных опасностей развития чрезвычайных ситуаций.

### Список литературы

1. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева 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. Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. – 2008. – № 6. – С. 46-69.
3. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки [Тамбов]. – 2011. – № 8. – С. 126-129.
4. 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](http://www.science-education.ru/99-4894).
5. 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).
6. 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>.
7. Копылов И.С., Ликутев Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. – 2012. - № 9 (часть 3). – С. 602-606.
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 (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - 2012. – № 10 (84). - С. 191 – 201.
9. Копылов И.С., Пьянков С.В., Михалев В.В., Коноплев А.В. Районирование территории Пермской области по степени риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и природно-техногенного характера с экологическими последствиями // Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2006 г. : сб. статей. – Пермь, 2007. – С. 229-231.
10. Михалев В.В., Копылов И.С., Быков Н.Я. Оценка геологических рисков и техноприродных опасностей при освоении нефтегазоносных районов на основе аэрокосмогеологических исследований // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М. : ОАО «ВНИИОЭНГ». – 2005. - № 5-6. – С. 76-78.

**Рецензенты:**

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

Ибламинов Р.Г., д.г.-м.н., зав. кафедрой минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.