

## **ВЛИЯНИЕ ГЕОДИНАМИКИ И ТЕХНОГЕНЕЗА НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

**Копылов И.С.**

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

---

В статье рассмотрено влияние геодинамики и техногенеза на окружающую среду нефтегазовых месторождений на западе Сибирской платформы. Наиболее сильное воздействие природная среда претерпевает в результате освоения Юрубчено-Тохомского нефтегазового месторождения – крупнейшего в Восточной Сибири, где сформировались многочисленные техногенные геохимические аномалии, которые особенно сильно проявляются в условиях геодинамической активности. Разработана и реализована методика выявления геодинамических активных зон на основе аэрокосмогеологических исследований и линеаментно-геодинамического анализа с применением современных геоинформационных технологий. Выполнена оценка геодинамической активности территории, построена эколого-геодинамическая модель Байкитской антеклизы. Выделены 125 геодинамических активных зон с очень высокой плотностью линеаментов. В пределах этих зон увеличивается количество различных геохимических аномалий, отмечается ухудшение физико-механических свойств грунтов, растет интенсивность инженерно-геокриологических и других процессов.

---

Ключевые слова: геоэкологические и инженерно-геологические процессы, геодинамические активные зоны, геохимические аномалии.

## **INFLUENCE OF GEODYNAMICS AND TECHNOGENESIS ON GEOECOLOGICAL AND ENGINEERING-GEOLOGICAL PROCESSES IN REGIONS OF OIL AND GAS FIELDS OF EASTERN SIBERIA**

**Kopylov I.S.**

*Natural-science institute of the Perm state national research university, Perm, Russia (614990, Perm, Gencelya st., 4), georif@yandex.ru*

---

The article considers the influence of geodynamics and technogenesis on the environment of oil and gas fields in the West Siberian platform. The most severe impact of the natural environment suffers as a result of development of the Yurubcheno-Tohomsky Deposit - the largest in Eastern Siberia, where many technogenic geochemical anomalies, which is especially strongly felt in the conditions of the geodynamic activity. Developed and implemented a methodology for identifying geodynamic active zones on the basis of space geological research and lineament-geodynamic analysis with the use of modern geoinformational technologies. The estimation of geodynamic activity of the territory, construction of ecological and geodynamic model of Baikite antecline. Allocated 125 geodynamic active zones with a very high density of lineaments. Within these zones, the increasing number of various geochemical anomalies, noted the deterioration of the physical-mechanical properties of soils, increasing the intensity of engineering-geocryological and other processes.

---

Keywords: geo-ecological and engineering-geological processes, geodynamic active zones, geochemical anomalies.

### **Введение**

Геодинамика и техногенез – два мощных современных фактора планетарного и регионального уровней, которые приводят к глобальному изменению окружающей среды обитания человека и геологической среды, в частности. Изучение и оценка эколого-геодинамического и эколого-геохимического состояния природной среды является важнейшей общей проблемой геоэкологии и инженерной геологии нефтегазоносных регионов, их геологического и экологического безопасного развития при комплексном освоении и проведении политики рационального природопользования.

## **Оценка техногенного воздействия на природную среду нефтегазоносных районов**

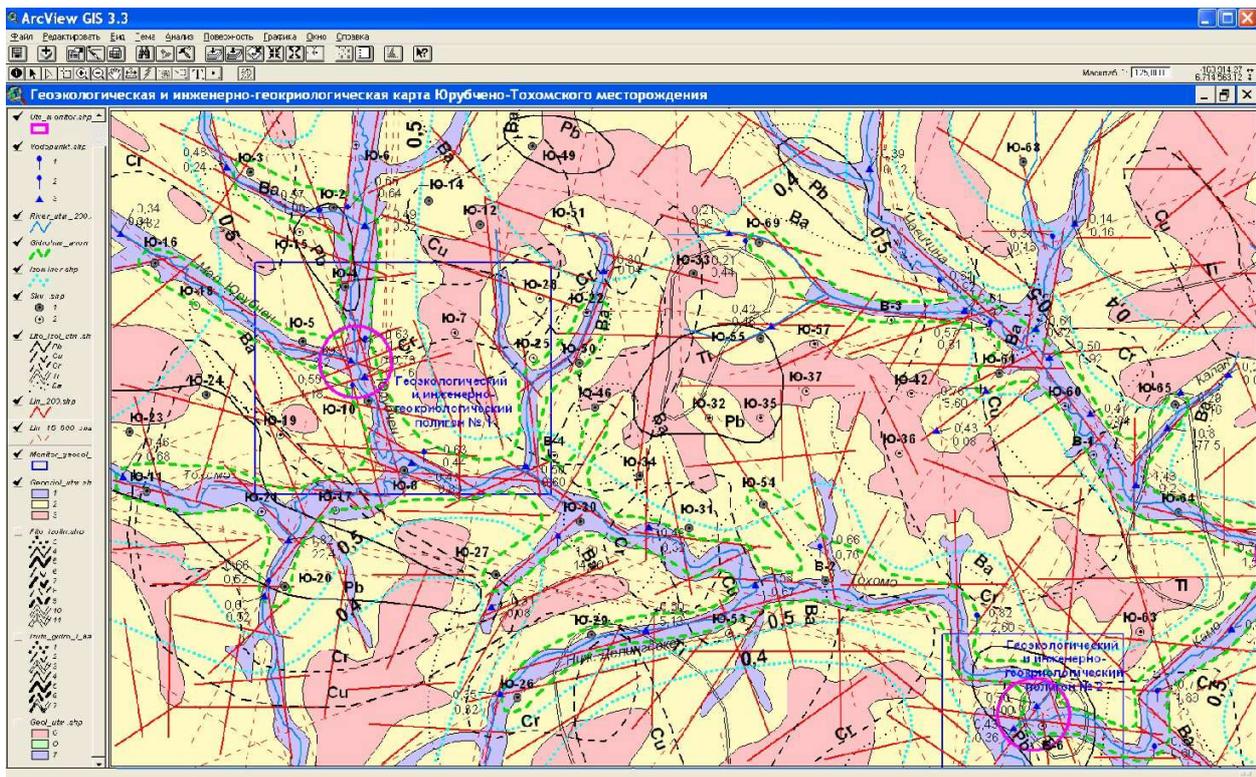
Нефтегазоносные районы Восточной Сибири в пределах Байкитской, Южно-Тунгусской, Катангской, Присяяно-Енисейской нефтегазоносных областей на протяжении более 40 лет изучаются различными методами геолого-геофизических, геохимических, геоэкологических исследований и картографирования. В западной части Сибирской платформы на территории Байкитской антеклизы, представляющей собой крупный нефтегазоносный регион, площадью 120 тыс. км<sup>2</sup>, в 80–90 годы XX в. собран огромный фактический материал по всем компонентам природной среды, построены разномасштабные геоэкологические и инженерно-геологические карты-схемы и выполнена общая экологическая оценка территории [1]. В течение 20 лет осуществляется региональный геоэкологический мониторинг, система контроля которого включает водотоки, источники, грунты, растительность, воздух, снег, геодинамические процессы, скважины и другие объекты наблюдений. Выполнена оценка воздействия на окружающую среду по отдельным и групповым объектам, проведено обобщение по оценке и контролю современного состояния природной среды. Установлено, что основное техногенное воздействие на среду оказывают геологоразведочные, поисковые и нефтегазопромисловые объекты. Наиболее сильное воздействие природная среда претерпевает в результате освоения Юрубчено-Тохомского месторождения – одного из крупнейших в Восточной Сибири [2; 3]. Уже на начальном этапе его освоения выявлено много технологических отклонений, которые привели к изменению фонового состояния многих компонентов природной среды и формированию техногенных геохимических аномалий с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК).

Освоение нефтегазовых месторождений особенно сильно воздействует на почвы и приповерхностную гидросферу. В почвах выявлены аномалии со значительным превышением ПДК, особенно по Pb, Cu, Cr, Ti, Ba, Mn, Co, а также Ni, Zr, V, P, Ga, Sr. Они имеют различную площадь, иногда формируют крупные аномальные зоны с площадями 100–400 км<sup>2</sup>. Содержание нефтепродуктов в почвах в пределах площадок скважин превышает ПДК от 2–3 до 20 раз. Геохимическое поле микроэлементов в фитосфере имеет сложную мозаичную структуру с многочисленными мелкими аномалиями по разным элементам, которые охватывают техногенные районы месторождений. В водах рек районов бурения средние значения минерализации и основных химических компонентов по сравнению с фоном увеличены в 1,5–3 раза, где сформировались устойчивые аномалии. По микроэлементам установлены превышения ПДК по Co, Be, Br, B, Pb, Ni, Ba, Li, Cd, Sr, Ti, Mn. Содержание Br в водах некоторых источников и реках превышает ПДК в 200–300 раз.

В целом геоэкологическая оценка и ранжирование территорий по степени нарушенности природной среды показывает, что большая часть имеет благоприятную и удовлетворительную степень (зона экологической нормы), в бассейнах рек Камо, Вельмо, Бахты, Тэтэрэ, Катанги и др. отмечается напряженная степень (зона риска), на территории Юрубчено-Тохомского месторождения отмечается кризисная степень (зона кризиса), а на участках многих скважин отмечается катастрофическая степень нарушенности среды (зона экологического бедствия).

На территории широко развиты экзогенные геологические (инженерно-геологические) процессы. Их особенностью является то, что они протекают в промерзающих, протаивающих и мерзлых породах при изменениях температуры и переходах ее через точку плавления льда. Наибольшее развитие получили криогенные процессы: морозное выветривание, заболачивание, морозное пучение грунтов, термокарст, солифлюкция, а также эрозионные и термоэрозионные процессы, карст. Особую роль в развитии процессов играет антропогенная деятельность, связанная с геологоразведочными работами и разработкой месторождений углеводородов. Действие их нарушает тепловой режим грунтов и значительно активизируют геологические процессы. При оттаивании мерзлые грунты дают значительную неравномерную осадку, породы на склонах находятся в неустойчивом положении. Составлены карты, отражающие пространственное распространение геокриологических и инженерно-геологических комплексов (Копылов и др., 1992, 1993, 1995, 2002). Сделан эколого-геокриологический прогноз изменения состояния грунтов и развития экзогенных геологических процессов при освоении территорий.

В настоящее время геоэкологическая и инженерно-геологическая информация периодически обновляется и пополняется данными мониторинга в пределах площадей нефтегазовых месторождений. Разработан ГИС – атлас (электронных карт эколого-геологического содержания), включающий интегральные карты с геоинформационными блоками: техногенной нагрузки, геоэкологической, гидрогеоэкологической, инженерно-геокриологической карт и комплексной экологической оценки (рис. 1).



**Рис. 1. Фрагмент геозологической и инженерно-геозоологической ГИС-карты Юрубчено-Тохомского месторождения.**

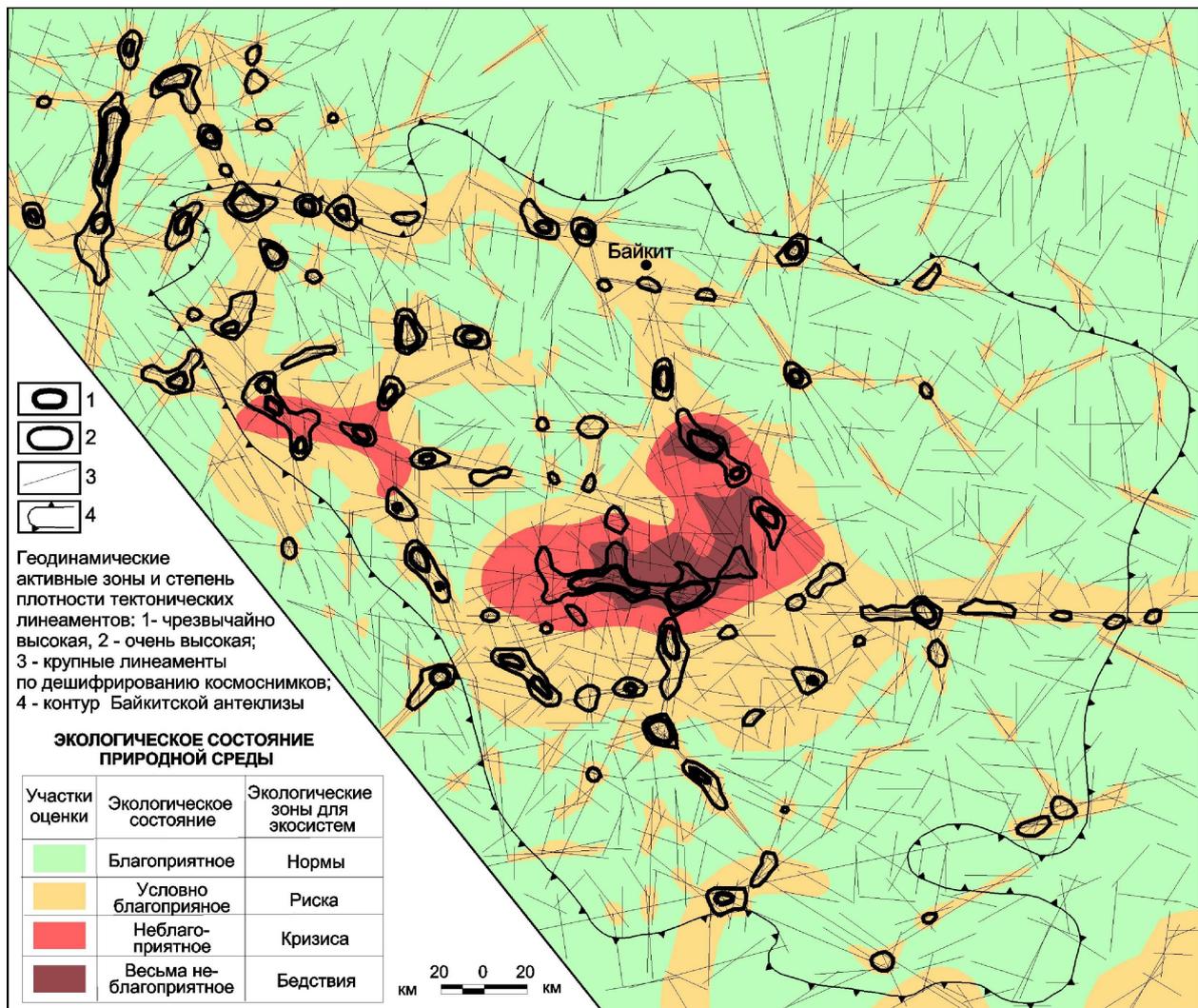
### **Эколого-инженерно-геодинамическая оценка**

Кроме антропогенного влияния, в формировании общей геозологической и инженерно-геологической обстановки значительную роль играют геологические факторы, обусловленные взаимосвязанными геодинамическими, структурно-тектоническими, неотектоническими, ландшафтно-геохимическими и биогеохимическими миграционными процессами, контролируемые современной геодинамикой. Эколого-геодинамическое направление геозологии и инженерной геологии, в отличие от эколого-геохимического, экзогенно-геологического и физико-механического (инженерно-грунтового) направлений, в Восточной Сибири (как и по всей России в целом) разработано значительно слабее.

В последние годы эколого-геодинамические условия изучаются комплексом методов, среди которых ведущими, наряду с геофизическими методами, являются аэрокосмогеологические методы (АКГИ). Общая методика исследований включает: подготовку материалов дистанционных съемок, визуальное выделение геоиндикаторов, интерактивное дешифрирование, автоматизированную обработку линеаментов, различные виды классификаций, создание локальных баз данных, создание цифровых моделей рельефа, линеаментный, блоковый, морфоструктурный и морфонеотектонический анализы [6], создание итоговых карт эколого-геодинамического районирования и оценки. Технология компьютерного дешифрирования цифровых космических снимков и обработки данных

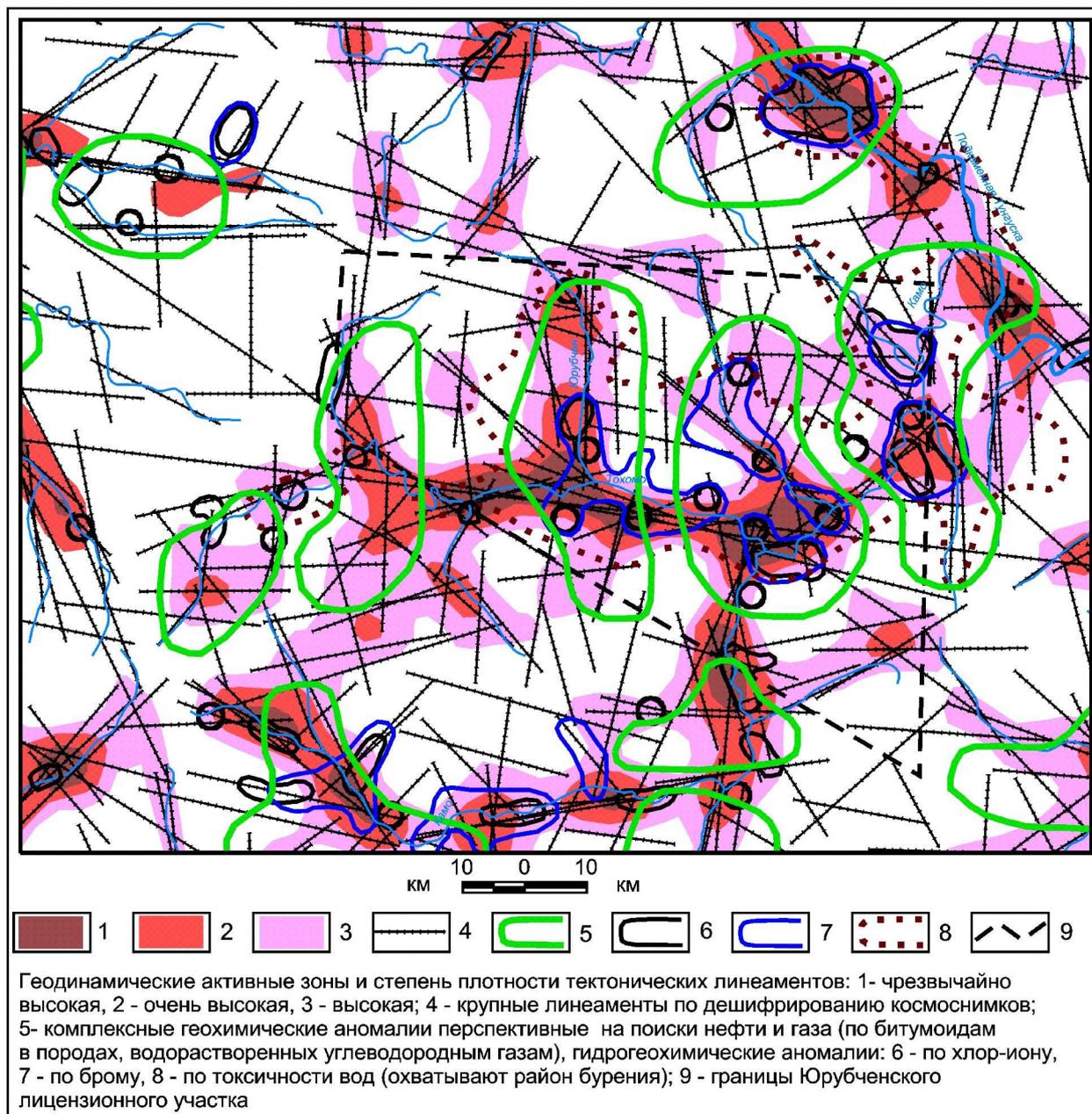
реализуется главным образом на базе программного обеспечения ESRI – ARC GIS и его модулей (Spatial Analyst Tools, Line Density и др.) и некоторых специальных программ.

На территории Байкитской антеклизы и ее обрамлений проведен линеаментно-геодинамический анализ, целью которого являлось геодинамическое районирование и выделение геодинамических активных зон. Последние представляют собой участки земной коры, различные по объему, конфигурации и площади на земной поверхности, активные на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью коры, повышенной трещиноватостью, проницаемостью и, как следствие, проявлениями разрывной тектоники, сейсмичности, массоперенос флюидов и других процессов. Критериями оценки геодинамической активности являются различные расчетные показатели, важнейший из которых – плотность линеаментов [4]. По результатам АКГИ регионально-зонального уровня (масштаб 1:200 000 – 1:500 000) выделены десятки тысяч линеаментов различных таксономических рангов по протяженности: региональных (100–200 км и более), зональных (25–100 км), локальных (5–25 км), коротких (менее 5 км), отображающих тектонические нарушения фундамента и осадочного чехла. Закартированы геодинамические активные зоны зонального и локального уровней: 81 – с высокой плотностью линеаментов (размером от 10x4 до 90x10 км) и 44 – с чрезвычайно высокой плотностью линеаментов (размером от 3x2 до 35x5 км). На основе данных дистанционных и геоэкологических исследований построена геоинформационная картографическая эколого-геодинамическая модель Байкитской антеклизы [5], отражающая современную интегральную геоэкологическую и геодинамическую обстановку (рис. 2).



**Рис. 2. Эколого-геодинамическая модель Байкитской антеклизы.**

**Комплексный линейментно-геодинамический, инженерно-геокриологический и эколого-геохимический пространственный анализ** показывает закономерное изменение состояния геологической среды и ее параметров в пределах локальных геодинамических активных зон по сравнению с другими участками. В пределах этих зон отмечается увеличение размеров таликов среди мерзлых пород; ухудшение физико-механических свойств грунтов (увеличение площади и мощности рыхлых грунтов – торфов, мягко- и текучепластичных суглинков, водонасыщенных песков, увеличение трещиноватости скальных грунтов); увеличение интенсивности проявления инженерно-геологических процессов (особенно – заболачивания, пучения грунтов, термокарста, эрозионных процессов), что в целом характеризуются менее благоприятной степенью сложности инженерно-геологических условий. Отмечается приуроченность многих геохимических аномалий (особенно – по углеводородным газам, гелию, хлор-иону, бромю в подземных водах, битумоидам в породах и некоторым микроэлементам в почвах и растительности) к тектоническим разломам и геодинамическим активным зонам (рис. 3).



**Рис. 3. Пространственная взаимосвязь геодинамических активных зон и геохимических аномалий.**

### Заключение

Закономерности, отмеченные выше, во многом характерные и для других нефтегазоносных регионов страны – Волго-Уральского, Западно-Сибирского, Тимано-Печорского, [7] показывают ведущую роль геодинамики наряду с нефтепромышленным техногенезом в процессах загрязнения и нарушения природной среды и должны учитываться при ее комплексной оценке. Анализ современной геодинамики и новейшей тектоники на основе материалов аэрокосмогеологических исследований должен проводиться при оценке геоэкологических и инженерно-геологических условий территорий на любых стадиях изучения.

## Список литературы

1. Копылов И.С. Геоэкологическое картографирование нефтегазоносных территорий Восточной Сибири // Геоэкологическое картографирование. Тез. докл. Всерос. науч.-практич. конф. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1998. – Ч. III. Опыт и результаты картографических работ в России и сопредельных странах. – С. 140-144.

2. Копылов И.С., Чусов М.В., Бурмин В.И. Мониторинг геологической среды Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления и проблемы геоэкологии Нижнего Приангарья // Геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения нефтяных и газовых месторождений Нижнего Приангарья. Сб. докладов Всерос. конф. – Красноярск : КНИИГиМС, 1997. – С. 248-255.

3. Копылов И.С. Эколого-геохимическая оценка нефтегазоносных регионов, влияние геодинамики и техногенеза на формирование аномалий // География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования : материалы Междунар. научно-практич. конф. – Красноярск : Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2011. – Т. 2. – С. 75-76.

4. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4. – 7 с. – URL : [www.science-education.ru/98-4745](http://www.science-education.ru/98-4745) (дата обращения: 29.09.2011).

5. Копылов И.С. Эколого-геодинамическая модель нефтегазовых районов на западе Сибирской платформы для рационального природопользования // География, история и геоэкология на службе инновационного образования : материалы Всерос. с междунар. участием научно-практич. конф. – Красноярск : Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2012. – Вып. 7. – С. 92-93.

6. Копылов И.С. Геоморфология и неотектонический анализ рельефа // Гравиметрия, магнитометрия, геоморфология и их параметрические связи : монография / коллектив авторов., Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – С. 49-70.

7. Оборин А.А., Михайлов Г.К., Копылов И.С., Кашеварова Н.М. Роль современных геодинамических зон в процессах загрязнения природной среды при разработке месторождений нефти // Геодинамика нефтегазоносных бассейнов. Тез. второй Междунар. конф. – М. : РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – Т. II. – С. 161-162.

### Рецензенты:

Карасева Т.В., д.г.-м.н., профессор, зам. директора по науке ОАО «Камский научно-исследовательский институт комплексных исследований глубоких и сверхглубоких скважин» (КамНИИКИГС), г. Пермь.

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