

УДК 504:551.24

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ЗОН****Копылов И.С.***Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, e-mail: georif@yandex.ru*

Рассмотрена геоэкологическая роль геодинамических активных зон, которая заключается в следующем: выявление и прогнозирование перемещений вещества Земли; формирование геохимических аномалий; оценка загрязнения территорий; выявление геопатогенных зон; активное формирование геоэкологических условий регионов; выявление геоэкологических особенностей природных и урбанизированных территорий, городов, различных объектов в целях оценки геологической и экологической безопасности планируемой хозяйственной деятельности. Методика линейментно-геодинамического и морфонеотектонического анализов на основе аэрокосмогеологических исследований позволяет производить оценку геодинамической активности территорий и надежно устанавливать геодинамические активные зоны. В различных регионах Восточной Сибири и Западного Урала установлено влияние геодинамических активных зон на формирование геохимических аномалий, состояния окружающей среды и заболеваемость населения.

**Ключевые слова:** геоэкологическая роль, геодинамические активные зоны, геоэкологические процессы, геохимические аномалии, зоны экологического риска

**GEOECOLOGICAL ROLE OF GEODYNAMIC ACTIVE ZONES****Kopylov I.S.***Natural Science Institute of the Perm State National Research University, Perm, e-mail: georif@yandex.ru*

Geoeological role of geodynamic active zones is as follows: identification and forecasting of the movement of the Earth's matter; formation of geochemical anomalies; assessment of pollution of the territories; detection of geo-pathogenic zones; active formation of geoeological conditions of the regions; detection of geoeological features of natural and urbanized territories, cities, various objects in order to assess the geological and ecological safety. Methodology of lineament-geodynamic and morpho-neotectonic analyses on the basis of aerospace research permit the assessment of geodynamic activity areas and securely establish geodynamic active zones. Regularities of influence of geodynamic active zones on the formation of geochemical anomalies, the state of the environment and the health of the population in various regions of Eastern Siberia and the Western Urals are installed.

**Keywords:** geoeological role, geodynamic active zones, geoeological processes, geochemical anomalies, zones of ecological risk

Основные закономерности формирования геоэкологических условий различных территорий определяются природными (геодинамическими, структурно-тектоническими, геохимическими, гидрогеологическими, геокриологическими, геоморфологическими, ландшафтными и др.) и техногенными факторами. Ведущая роль, при этом, среди многих природных факторов принадлежит геодинамическому фактору – современным геодинамическим активным зонам (ГАЗ) – участкам земной коры, активным на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью коры, повышенной трещиноватостью, проницаемостью, и, как следствие, проявлениями разрывной тектоники, сейсмичности и других процессов в т.ч. – геоэкологических [9, 27, 28, 30]. Геодинамические активные зоны с различной степенью активности влияют на геоэкологические процессы (под которыми мы понимаются геологических и других природных факторов, влияющие на биосферу, экологическую обстановку – состояние окружающей среды и здоровье человека и его социально-эко-

номические условия) и принимают участие в формировании геоэкологических условий как главная действующая сила.

Геодинамические активные зоны тесно связаны с так называемыми геопатогенными зонами – т.е. литосферно обусловленными зонами биологического дискомфорта (по В.Т. Трофимову и др.), разделяющихся на геопатогенные (геопатогенные геохимические и геофизические аномалии) и техногенные зоны, каждая из них соответственно – на геохимические и геофизические аномалии. В составе геопатогенных и техногеопатогенных геохимических аномалий выделяются литогеохимические, гидрогеохимические, атмогеохимические аномалии [35]. Многими исследователями во всем мире показана пространственная и статистическая корреляционная связь зон повышенной тектонической трещиноватости с различными геохимическими аномалиями, отмечено серьезное влияние геохимических и геофизических аномалий на здоровье человека.

**Материалы и методы исследования**

В настоящее время разрабатываются теоретические основы учения о геодинамических активных зонах, как ведущих факторах формирования геоэко-

логических условий региона, включающих: научное содержание учения, его место в системе наук о Земле, классификации, геоэкологическая роль и др. [8, 9, 28, 30]. Методологический подход к определению геодинамической активности, основанный на использовании линейно-геодинамического и морфотектонического анализа территории, позволяет выявить геоэкологические особенности региона в целях оценки геологической безопасности планируемой хозяйственной деятельности, в процессе которой могут возникать природно-техногенные чрезвычайные ситуации с экологическими последствиями [1, 2, 11, 22, 25, 26, 29, 31-34]. В методический комплекс по выявлению, картированию и оценке геодинамической активности входят: дистанционные аэрокосмогеологические методы, на основе которых выделены многочисленные геодинамические зоны с различной степенью активности; их подтверждением являются геофизические, геохимические, гидрогеологические и биологические методы, а также медико-геоэкологический анализ [5, 7, 14, 16, 20]. Оценка геодинамической активности является важнейшей частью общего комплекса региональных геоэкологических исследований, а показатель геодинамической активности рассматривается нами в качестве одного из ведущих критериев для комплексной геоэкологической оценки и районирования территорий [3-6, 12, 13, 24].

### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим влияние геодинамических активных зон на формирование геохимических аномалий как важнейшей составляющей части геоэкологических условий на примерах.

1. При решении крупной экологической проблемы – захоронения отходов ядерной промышленности на одном из участков Енисейского кряжа – Нижнеканском гранитоидном массиве нами был проведен структурно-геохимический и геодинамический анализ. На участке предполагаемого хранилища высокотоксичных радиоактивных отходов была закартирована зона высокой геодинамической активности с высокой степенью трещиноватости пород по дешифрированию космоснимков и полевым измерениям (неблагоприятных условий для строительства). В ее пределах установлены комплексные многокомпонентные геохимические аномалии с высоким содержанием гелия (среднее содержание которого в 15 раз выше содержания гелия в подземных водах крупнейшего в Восточной Сибири Юрубчено-Тохомского нефтяного месторождения), метана, тяжелых углеводородов в подземных водах (как по летним, так и зимним пробам; при этом, ряд генетических показателей позволяют интерпретировать углеводородные газы, как эпигенетические) и снежном покрове, а также – многих микроэлементов в почвах и растительности. Такие комплексные геохимические аномалии могут формироваться только

в результате постоянного субвертикального переноса вещества из недр при условии повышенной трещиноватости в зоне высокой геодинамической активности, которая была закартирована на данном участке. На другом участке была закартирована зона низкой геодинамической активности с фоновыми показателями по всем критериям, который рекомендовался для размещения хранилища, как более безопасный по геодинамическим и в целом – по геолого-экологическим условиям [21, 28, 30], что в дальнейшем было подтверждено детальными геофизическими исследованиями.

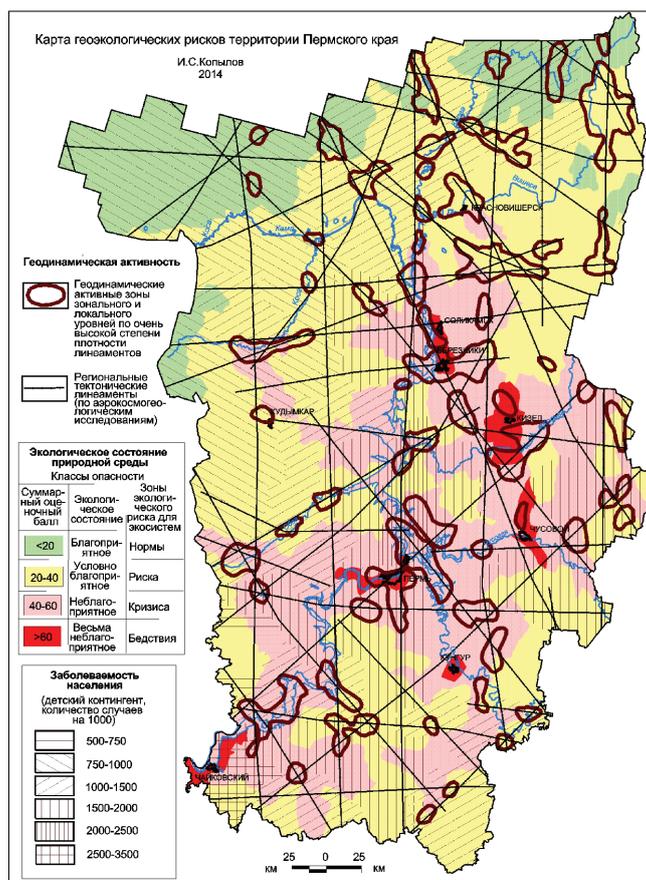
2. На юго-западе Сибирской платформы, в пределах Байкитской антеклизы и ее обрамлений при проведении комплексных нефтегазопоисковых геолого-геохимических, структурно-гидрогеологических исследований, нами был выполнен анализ геохимических полей (по основным природным компонентам: подземным и поверхностным водам, почвам, породам, растительности, снежному покрову, надпочвенному воздуху) и геодинамических полей. В результате обработки материалов, (включающих более 15 000 точек геохимического пробобора), установлены показатели, характеризующие миграционную способность вещества земной коры по тектонически ослабленным зонам. Закартировано более 30 комплексных геохимических аномальных зон с площадями от 100 до 700 км<sup>2</sup> (на некоторых из них выявлены залежи нефти и газа). Установлена хорошая геопространственная и корреляционная сходимости гидрогеологических (модули подземного и подземного химического стока), гидрогеохимических (особенно – по минерализации и хлор-иону), водногазовых, биогеохимических, литогеохимических, битуминологических аномалий с геодинамическими активными зонами, в пределах которых были сконцентрированы практически все крупные геохимические аномалии [6, 18, 21]. Особенно четко по геохимическим параметрам выражены локальные положительные структуры (установленные структурно-геологической съемкой), активизированные в новейший и современный этап тектонического развития, в пределах которых в настоящее время продолжается фильтрационно-диффузионный перенос вещества и формирование геохимических аномалий.

3. На Западном Урале и в Приуралье при проведении региональных геоэкологических, геолого-геохимических, гидрогеологических и исследований, многоцелевого геохимического картирования выявлено большое количество геохимических аномалий по многим компонентам геологиче-

ской среды со значительным превышением предельно-допустимых концентраций. Подавляющее большинство аномалий находится в пределах закартированных нами 21 комплексных литогеохимических аномальных зон (с площадным и локальным распространением Pb, Zn, Cd, Be, P, As, Ni, Co, Cr, Mo, Cu, Sb, Mn, V, Ba, Sr, Sn, Ti, Zr, Ga) и 13 гидрогеохимических аномальных зон (с площадным и локальным распространением Br, B, Ba, Mn, Ti, Sb, Be, Cd, V, Cr, Ni, Pb, Sr, Zn, Co, Mo) с площадями 1-9 тыс. км<sup>2</sup>. Их положение обнаруживает хорошую пространственную сходимость с региональными геодинамическими активными зонами [4, 10, 15-17, 19, 23]. При этом большинство локальных геохимических, гидрогеохимических, гидрогеологических аномалий характеризуются повышенными значениями расчетных геодинамических показателей. Участки в контурах геохимических аномалий характеризуются значительной современной геодинамической активностью. Все это свидетельствует и вполне доказывает неопровержимый факт о весьма существенной роли новейшей тектоники и современной геодинамики в фор-

мировании геохимических аномалий, а вместе с тем – геоэкологических условий.

Геопространственный анализ территории Пермского края, включающий изучение геодинамических активных зон (с очень высокой плотностью тектонических нарушений по линейamentно-геодинамическому анализу), зон экологической опасности (по комплексу показателей – химическому, радиоактивному и др. загрязнению почв, подземных и поверхностных вод, воздуха; степени нарушения ландшафтов; пораженности территории геологическими и др. процессами [13]) и участков заболеваемости населения (по данным медицинской статистики) показывает, что подавляющее большинство площади, занимающими всеми ГАЗ на территории края (87%) находятся в пределах неблагоприятного и весьма неблагоприятного экологического состояния, характеризующегося также самым высоким процентом общей заболеваемости населения (особенно – детей). Можно вполне определенно отнести все площади геодинамических активных зон к зонам экологического риска (рисунок, таблица).



Геопространственный анализ территории Пермского края по зонам геодинамической активности и экологическим рискам

Геоэкологическая характеристика геодинамических активных зон

| Экологическое состояние природной среды                                             |                                         |                                                 | Геодинамические активные зоны (ГАЗ) |                                    |                                | Общая заболеваемость населения (кол-во случаев на 1000) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
| экологическое состояние (% от площади Пермского края – 160,6 тыс. км <sup>2</sup> ) | зоны экологического риска для экосистем | средний оценочный балл экологического состояния | количество                          | общая площадь ГАЗ, км <sup>2</sup> | % площади ГАЗ от общей площади |                                                         |
| благоприятное (15)                                                                  | нормы                                   | 18,8                                            | 6                                   | 1290                               | 5                              | < 1000                                                  |
| условно благоприятное (47)                                                          | риска                                   | 30,9                                            | 20                                  | 5828                               | 8                              | 1000-1500                                               |
| неблагоприятное (35)                                                                | кризиса                                 | 43,4                                            | 28                                  | 10175                              | 18                             | 1500-2000                                               |
| весьма неблагоприятное (3)                                                          | бедствия                                | 63,0                                            | 6                                   | 3342                               | 69                             | 2000-3500                                               |

### Заключение

Таким образом, установлена геопро-странственная связь зон повышенной геодинамической активности с зонами экологической опасности и рисков, (характеризующихся аномальными геохимическими полями по компонентам, превышающим допустимые содержания, что является неблагоприятным для здоровья человека) и участками повышенной заболеваемости населения.

На основании приведенных примеров, а также огромного количества других аналогичных фактов, можно определить основную геоэкологическую роль геодинамических активных зон в следующем: выявление и прогнозирование перемещений вещества Земли; формирование геохимических аномалий; оценка загрязнения земных оболочек и территорий; выявление геопатогенных зон; активное формирование геоэкологических условий регионов и, следовательно – рассмотрение в качестве одного из ведущих критериев для комплексной геоэкологической оценки и районирования территорий; выявление геоэкологических особенностей природных и урбанизированных территорий, городов, различных объектов в целях оценки геологической и экологической безопасности планируемой хозяйственной деятельности.

### 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. Основные принципы регионального геоэкологического картографирования // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, – 2000. – С. 273-276.

4. Копылов И.С. Геоэкологическое картирование Пермского региона // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, – 2001. – С. 295-297.

5. Копылов И.С. Неотектонические и геодинамические особенности строения Тимано-Печорской плиты по данным аэрокосмогеологических исследований // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2012. – № 6. – С. 341-351.

6. Копылов И.С. Геоэкологические исследования нефтегазоносных регионов / Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Пермь, – 2002. – С. 307.

7. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья на основе аэрокосмогеологических исследований // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, – 2010. – С. 14-18, 336-337.

8. Копылов И.С. Учение о геодинамических активных зонах, как синтез знаний в естественных науках // Рудник будущего. – Пермь, – 2011. – № 3 (7). – С. 61-63.

9. 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.

10. Копылов И.С. Инженерно-геологическое и геоэкологическое картографирование территории города Перми для решения проблемы геологической безопасности // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, – 2011. – С. 168-170.

11. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и их влияние на инженерно-геологические условия // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 5; URL: www.science-education.ru/99-4894.

12. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных регионов // Перспективы науки. – 2011. – № 8. – С. 126-129.

13. 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.

14. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL:www.science-education.ru/106-7570.

15. Копылов И.С. Особенности геохимических полей и литогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. Пермь, 2011. – Вып. 1 (10). – С. 26-37.

16. Копылов И.С. Гидрогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, – 2012. – С. 145-149.
17. Копылов И.С. Аномалии тяжелых металлов в почвах и снежном покрове города Перми, как проявления факторов геодинамики и техногенеза // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1 (часть 2). – С. 335-339.
18. 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](http://www.science-education.ru/103-6522).
19. Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. URL: [www.science-education.ru/110-9777](http://www.science-education.ru/110-9777).
20. Копылов И.С. Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линейментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 93 (03). – С. 468-484.
21. Копылов И.С. Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы: монография. – Пермь, – 2013. – 166 с.
22. Копылов И.С. К разработке теории о геодинамических активных зонах и эколого-геодинамическая оценка трасс линейных сооружений // Академический журнал Западной Сибири. – Тюмень, – 2013. – Т. 9. – № 4. – С.17.
23. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Приуралья, их проявление в геофизических, геохимических, гидрогеологических полях // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 4. – С. 69-74.
24. Копылов И.С., Карасева Т.В., Гершанок В.А. Комплексная геоэкологическая оценка горно-промышленных районов Северного Урала // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 84 (10). – С. 113-122.
25. Копылов И.С., Коноплев А.В. Оценка геодинамического состояния Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийных солей на основе ГИС-технологий и ДДЗ // Геоинформатика. – 2013. – № 2. – С. 20-23.
26. 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; URL: [www.science-education.ru/115-11918](http://www.science-education.ru/115-11918).
27. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибраимов 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 (10). – С. 102-112.
28. Копылов И.С., Ликуты Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9 (часть 3). – С. 602-606.
29. 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.
30. Ликуты Е.Ю., Копылов И.С. Комплексирование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. – 2013. – №4. – С. 125-133.
31. 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.
32. 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. – 2005. – № 5-6. – С.76-78.
33. Осовецкий Б.М., Копылов И.С. О влиянии структуры аллювиальных крупнообломочных грунтов на их инженерно-геологические свойства // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: [www.science-education.ru/113-10930](http://www.science-education.ru/113-10930).
34. Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Хрулев А.С. К вопросу о формировании морфологии поверхности трещины разрушения горных пород // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2013. – № 3. – С. 85-90.
35. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Аверкина Т.И. и др. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 368 с.