

УДК 551.24

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕНИЯ О ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ЗОНАХ

**Копылов И.С.**

*Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, Россия, e-mail: [georif@yandex.ru](mailto:georif@yandex.ru)*

**В статье рассмотрены содержание, объект, предмет, структура, теоретические и практические задачи нового научно-прикладного направления современной и новейшей геодинамики – учения о геодинамических активных зонах. Разработана классификация геодинамических активных зон, предложена методология их изучения на основе системного линеаментно-геодинамического анализа.**

Ключевые слова: геодинамические активные зоны, линеаментно-геодинамический анализ.

## THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF THE DOCTRINE ABOUT GEODYNAMIC ACTIVE ZONES

**Kopylov I.S.**

*Perm State National Research University, Perm, Russia, e-mail: [georif@yandex.ru](mailto:georif@yandex.ru)*

**The article considers the content, object, subject, structure, theoretical and practical tasks of the new scientifically-applied direction of modern and newest geodynamics – doctrines about geodynamic active zones. Classification of the geodynamic active zones is developed, the methodology of their studying on the basis of the system lineament-geodynamic analysis is offered.**

Keywords: geodynamic active zones, lineament-geodynamic analysis.

**Введение.** В последние десятилетия, в науках о Земле (геология) в результате перехода на новую геологическую парадигму – тектонику литосферных плит – возникла и получила бурное развитие новая научная дисциплина – геодинамика (Л.П. Зоненшайн, Л.А. Савостин, 1979; Е.В. Артюшков, 1979; Н.И. Николаев, 1988; Л.П. Зоненшайн, М.И. Кузьмин, 1992; В.Е. Хаин, М.Г. Ломизе, 1995; И.М. Петухов И.М, И.М. Батугина, 1999; В.Я. Ероменко, 1999; В.Е. Хаин, 2002; М.Л. Копп, 2004 и др.). Выделены основные разделы геодинамики: общая, частная, региональная, историческая [1], новейшая и современная геодинамика [4]. На стыке различных геологических направлений выделяются: минерогеодинамика [2], геодинамика недр, гидрогеодинамика, эндогенная и экзогенная геодинамика, инженерная и экологическая геодинамика и др. Проблемам современной геодинамики, связанным с геодинамической неустойчивостью различных частей территорий, обусловленной неотектонической активностью и зонами тектонической трещиноватости, посвящено большое число исследований. Вместе с тем сложилась парадоксальная ситуация при большом накопленном эмпирическом материале геолого-геофизических данных, позволяющим объяснять многие явления в этой проблеме – практически отсутствуют теоретические разработки и даже теоретические обоснования и определения таких понятий, как «геодинамическое поле» и «геодинамическая активная зона».

В настоящее время наметились пути становления нового геологического научно-прикладного направления в рамках и на стыке современной и новейшей геодинамики с другими науками, которое можно определить как учение о геодинамических активных зонах. В связи с

этим назрела необходимость разработки его теоретических и методологических основ с целью систематизации знаний в этой области, определить объект и предмет, основные задачи направления.

**Некоторые аспекты научного содержания учения о геодинамических активных зонах.**

Объект исследований учения – геодинамическое поле планеты, которое обусловлено тектоническим полем напряжений во взаимодействии с геофизическими, геохимическими, гидрогеологическими и другими полями, а также планетарной и линейной трещиноватостью. Предмет исследований – закономерности формирования геодинамических активных зон в пределах литосферы и других оболочек Земли и их влияние на природно-геологическую среду и человека.

Как любое другое учение геологической науки, учение о геодинамических активных зонах представляет собой синтез знаний, не только собственно геологических, но и других естественных наук – географии, биологии, экологии, физики, химии, астрономии, математики и обладает с ними прямыми и обратными связями по объектам, предметам изучения или методам исследований (рис. 1).



Рис. 1. Синтез знаний фундаментальных наук естествознания в учении о геодинамических активных зонах

В структуре учения о геодинамических активных зонах выделяется две основные части – теоретическая и прикладная. Первая (теоретическая) часть представляет фундаментальную основу учения и включает ряд разделов. Теоретические основы включают разработку теории (гипотез, концепций); разработку научного содержания, структуры (определение места науки в системе других наук, близкие науки и учения, прямые и обратные связи) и понятийной базы учения (основные понятия и определения, и в первую очередь – понятие о геодинамических полях и геодинамических активных зонах); теоретико-математическое моделирование геодинамических зон, классификации (по размеру, глубинности, форме, интенсивности, генезису, геоструктурному положению и др.). В историческом разделе рассматривается история становления, состояние, пути и основные тенденции развития рассматриваемого учения.

Методологические основы включают разработку системы геодинамических методов исследований на основе системного анализа. Основными методическими подсистемами являются: геофизические (на всех уровнях изучения с оценкой параметров глубинности и интенсивности геодинамических зон); дистанционные аэрокосмогеологические (картирование по площади на всех уровнях изучения, линеаментно-геодинамический анализ), структурно-геоморфологические (морфоструктурный и морфонеотектонический анализы), гидрогеологические и геохимические (структурно-гидрогеологический и структурно-геохимический анализы на региональном, зональном, локальном уровнях); биологические (на локальном уровне изучения) методы.

Вторая (прикладная) часть состоит из трех крупных разделов: изучение природных систем (изучение связи геодинамических зон с другими зонами, полями, аномалиями, месторождениями и др.); изучение природно-технических систем (изучение связи геодинамических зон с техногенно-преобразованными природными и урбанизированными условиями и сооружениями); решение прикладных задач (прогноз). В настоящее время обозначились четыре основных прикладных направления, связанных с минерагенической, гидрогеологической, инженерно-геологической и экологической ролью геодинамических активных зон.

**Определения и систематика геодинамических активных зон.** Геодинамические зоны – тектонические структуры, активные в четвертичном периоде геологического развития [7]. Модель геодинамических активных зон представляется близкой линеаментно-доменно-фокальной (ЛДФ) модели зон возникновения очаговых землетрясений в соответствии с принятой концепцией выявления сейсмогенерирующих структур (СГС) в ОСР-97, где рассматриваются четыре уровня источников землетрясений: крупный регион с интегральной характеристикой регионального сейсмического режима, линеаменты (оси трехмерных сейсмоактивных разломных структур), домены (квазиоднородные в геодинамическом отношении объемы геологической среды) и потенциальные очаги землетрясений, указывающие на наиболее опасные участки (фокусы) СГС [8]. Последние и представляют собой геодинамические активные зоны разного уровня.

Таким образом, *геодинамические активные зоны (АЗ)* представляют собой ограниченные, протяжённые в плане участки земной коры, с концентрацией тектонического напряжения, обусловленного внутренними силами Земли и их активностью на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью, повышенной трещиноватостью, проницаемостью, и как следствие, проявлением разрывной тектоники, сейсмичности, подъёмом флюидов и других процессов [5]. Геодинамическими АЗ, как правило, являются мобильные зоны трещинно-разрывных нарушений на границах блоковых структур, узлы пересечения разнонаправленных нарушений, осложняющие неотектонические блоки; внутриблоковые участки сгущения сети нарушений.

Вопрос о классификации, ранжировании и критериях выделения геодинамических активных зон является одним из наиболее сложных. По аналогии с классификацией новейших тектонических структур, а также с ранговой шкалой дизъюнктивных структур [6] можно представить следующую систематику геодинамических активных зон (таблица).

**Таблица. Общая классификация геодинамических активных зон**

<b>Систематика геодинамических активных зон</b>				
<b>Уровень</b>	<b>Класс</b>	<b>Ранг</b>	<b>Размерность</b>	<b>Масштаб изучения</b>
Глобальный	Планетарные зоны	1	Неск. тыс. км, неск. сотен тыс. км <sup>2</sup>	1:10 000 000 и меньше
Субглобальный	Субпланетарные зоны	2	Первые тыс. км, десятки тыс. км <sup>2</sup>	1:5 000 000
Региональный	Геозоны	3	До тыс. км, первые десятки тыс. км <sup>2</sup>	1:2 500 000
	Мегазоны	4	Сотни км, первые тыс. км <sup>2</sup>	1:1 000 000
Зональный	Макрозоны	5	До 100 км, неск. сотен км <sup>2</sup>	1:500 000
	Мезозоны	6	До 50 км, до 100 км <sup>2</sup>	1:200 000
Локальный	Локальные зоны I порядка	7	1-2 до 25 км, неск. десятков км <sup>2</sup>	1:100 000
	Локальные зоны II порядка	8	0,5-1 до 10 км, неск. км <sup>2</sup>	1:50 000
	Локальные зоны III порядка	9	Доли и единицы км, доли и единицы км <sup>2</sup>	1:25 000 и крупнее

Геодинамическими активными зонами глобального и субглобального уровня являются глобальные зоны интенсивной современной деструкции земной коры на границах крупных и малых литосферных плит (Средиземноморско-Индонезийская, Африкано-Чукотская, Филиппино-Камчатская, Кордильеро-Андская и др.), конвергентные сейсмоактивные структуры

– зоны субдукции и их реликты на континентах, на региональном уровне (геозоны) – их крупные сегменты, основным признаком которых служит размещение очагов землетрясений.

**Линеаментно-геодинамический анализ.** Основой методологии изучения геодинамических активных зон на региональном (мегазоны), зональном (макрозоны и мезозоны), локальном (локальные зоны различных порядков) уровнях может быть системный линеаментно-геодинамический анализ на основе дистанционных методов. Анализ заключается в получении исходной модели линеаментного поля путем дешифрирования аэрокосмических снимков, далее – в аппроксимации расчетных данных, ранжировании территории по степени геодинамической активности и построение ее картографических моделей разного уровня детальности. Методика исследований включает: подготовку материалов дистанционных съемок, визуальное выделение геоиндикаторов, интерактивное компьютерное структурно-геологическое дешифрирование космических снимков, автоматизированную обработку линеаментов, разработку критериев, различные виды классификаций, создание локальных баз данных, создание цифровых моделей рельефа, линеаментный, морфонеотектонический, геодинамический анализы, сопоставление данных с геофизическими и другими полями и оценку достоверности результатов, создание итоговых карт районирования, оценки и прогноза.

Критериями оценки геодинамической (неотектонической) активности являются различные расчетные показатели. Одним их важнейших показателей является плотность разломов, линеаментов и мегатрещин. Ранжирование геодинамической активности по этому показателю проводится по градациям с учетом баллов статистического распределения по их интенсивности (обычно выделяется 6 градаций с учетом среднего арифметического – « $x$ » и стандартного отклонения – « $s$ »): 1 балл  $< (x-s)$ ; 2 балл  $(x-s) \div x$ ; 3 балл  $x \div (x+s)$ ; 4 балл  $(x+s) \div (x+2s)$ ; 5 балл  $(x+2s) \div (x+3s)$ ; 6 балл  $> (x+3s)$ . Вполне уверенно предполагается, что они отражают соответственно различную степень геодинамической активности (от условно стабильной до условно чрезвычайно высокоактивной). При этом к геодинамическим АЗ относятся участки с очень высокой и чрезвычайно высокой трещиноватостью и в отдельных случаях – участки с высокой трещиноватостью, отличающиеся высокой контрастностью относительно фона (рис.2).

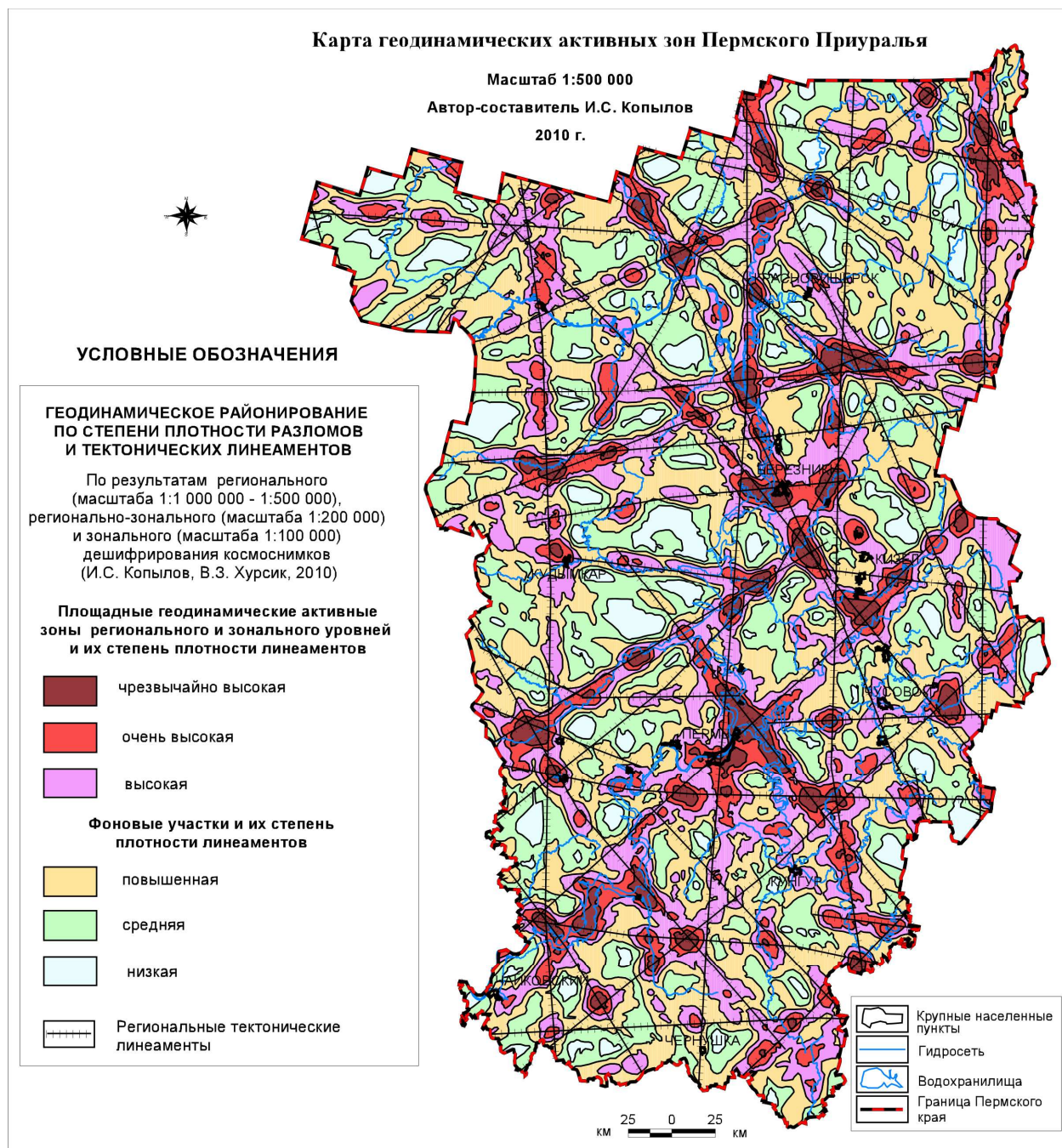


Рис. 2. Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья

Как правило, крупные геодинамические АЗ имеют сложное мозаичное строение и по материалам более детального изучения, они «разбиваются» на зоны более низкого уровня с разной степенью активности [3, 4].

**Выводы.** Таким образом, впервые изложены теоретические и методологические начала учения о геодинамических активных зонах. В заключение приведем основные его задачи, имеющие научно-прикладное значение на ближайшее время и перспективу:

- 1) сейсмологические задачи – выявление сейсмогенерирующих структур, районирование территорий по сейсмической опасности;
- 2) инженерно-геологические задачи – изучение влияния геодинамических зон на инженерно-геологические условия и строительные сооружения; оценка геологических рисков и опасностей, связанных с проектированием и эксплуатацией объектов повышенного уровня

ответственности и экологической опасности; изучение геологической безопасности городов; обоснование безопасного ведения горных работ и промышленного освоения месторождений полезных ископаемых;

3) геоэкологические задачи – изучение влияния геодинамических зон на окружающую среду и человека; выявление геопатогенных зон, обусловленных геодинамической активностью;

4) гидрогеологические задачи – изучение закономерностей движения подземных вод, влияния геодинамических зон на распределение подземного стока и формирование водообильных зон;

5) минерагенические задачи – изучение влияния геодинамических зон на формирование месторождений полезных ископаемых и их поиски; особенно перспективным по геодинамическим критериям являются поиски углеводородов, рудных ископаемых, алмазов, подземных вод.

#### Список литературы

1. Зоненшайн Л.П., Савостин Л.А. Введение в геодинамику. – М.: Недра, 1979. – 311 с.
2. Ибламин Р.Г. Основы минерагеодинамики. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2001. 220 с.
3. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья на основе аэрокосмогеологических исследований // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион. науч.-практ. конф. – Пермь, 2010. – С. 14-18, 336-337.
4. Копылов И.С. Картирование геодинамических активных зон Среднего Урала при проведении аэрокосмогеологических исследований территории трасс магистральных газопроводов // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Шестые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы конф. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С.196-198.
5. Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. – М.: Недра, 1988.– 491 с.
6. Лобацкая Р.М., Кофф Г.Л. Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. – М.: Российское экологическое федеральное информационное агентство, 1997. – 196 с.
7. Оценка сейсмической опасности участков размещения ядерно- и радиационно опасных объектов на основании геодинамических данных. РБ-019-01. Госатомнадзор России. – М., 2001.
8. Уломов В.И. Об инженерно-сейсмологических изысканиях в строительстве // Инженерные изыскания. – 2009. – № 9. – С. 28-39.

#### Рецензенты:

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

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, генеральный директор научно-исследовательского проектного и производственного предприятия по природоохранной деятельности «Недра», г. Пермь.

**Работа получена 20.09.2011.**