

Ильяш В.В ВГУ, кафедра экологической геологии

## Экологическая геодинамика

### Лекция 1

#### Объект и предмет исследований. Теоретические основы

Геодинамика как раздел геологии изучает **механические формы движения горных масс** разных масштабов от литосферных плит и крупных блоков земной коры до фрагментов горных пород и минералов, а также **геологические процессы** вызывающие эти движения. В настоящее время существует три направления этой науки. Первое это **динамическая геология**, как раздел геологии, которая занимается теоретическими вопросами эндогенеза т.е. динамики земных недр, объясняя причины этих движений, два других направления они больше прикладные - это **инженерная геодинамика**, как раздел инженерной геологии и **экологическая геодинамика**. Последние два направления зеркальны между собой по предмету исследований, но объект исследования у них один – геологические процессы, оказывающие влияние на инженерные сооружения в первом случае и на биоту и человека во втором. И в некоторых учебниках их вполне резонно рассматривают вместе. Например, в учебнике В.А. Королева они объединены даже в его названии. Так как инженерная геодинамика возникла гораздо раньше, поэтому в качестве научных корней экологическая геодинамика имеет теоретическую и информационную базу инженерной геологии и инженерной геодинамики. Подчеркнем разницу определений – Экологическая геодинамика, являясь одной из составляющих экологической геологии, изучает геодинамические процессы с точки зрения влияния их на условия существования биоты и человека, в то время как инженерная геодинамика изучает устойчивость инженерных сооружений под влиянием геологических процессов.

**Немного истории.** Раздел инженерной геологии, изучающий природные геодинамические процессы и явления, сформировался трудами Ф.П. [Саваренского](#) и И.В. [Попова](#) в которых и положено начало инженерной и экологической геодинамики. Академик Федор Петрович [Саваренский](#) был, учеником В.В. Докучаева, другом и соратником В.И.Вернадского. Он одним из первых с начала 1920-х годов стал изучать процессы переработки берегов водохранилищ, динамику склоновых процессов и явлений, разработал методики инженерно-геологических исследований для строительства высокоэтажных зданий и строительства метрополитена в Москве. Он автор первых отечественных учебников по инженерной геологии и гидрогеологии, вышедших в 1930-е годы.

В начале 1980-х годов вышел учебник по инженерной геодинамике Георгия Сергеевича [Золотарева](#), крупного ученого в области исследования инженерно-геологических процессов и явлений. В нем впервые появился термин «*техногенный аналог*» геологического процесса. Этим подчеркивалась возросшая роль человека в изменении геодинамической обстановки земной коры, когда возникли геологические процессы и явления, вызванные деятельностью человеческого сообщества и которые в некоторых случаях стали представлять реальную угрозу.

В начале XXI в. существенный вклад в разработку теории инженерной и экологической геодинамики, в изучение природных и техногенных катастроф внесли такие ученые как В.П. [Ананьев](#), В.А. [Аниколенко](#), Г.К. [Бондарик](#), Ф.Ф. [Брюхань](#), В.А. [Королев](#), В.М. [Кутепов](#), В.Т. [Трофимов](#),

Учебное пособие [Злобина](#) Тимофея Константиновича «Геодинамические процессы и природные катастрофы» рекомендую прочитать от корки до корки. Современная разработка теории инженерной и экологической геодинамики развивается как в связи с традиционными запросами строительства, так и в связи с запросами эколого-геологического содержания.

Отличительной чертой инженерной и экологической геодинамики нынешнего периода является широкое внедрение в науку современных *геоинформационных технологий*, На базе ГИС стали активно разрабатываться методы математического и вероятностного моделирования различных геодинамических процессов, стали создаваться системы мониторинга процессов и методики их картографирования. В 1990 г. в Москве был создан Инженерно-геологический научный центр АН СССР, который в 1996 г. был преобразован в Институт геоэкологии РАН. Первым директором этого института стал академик РАН В.И. [Осипов](#), В 2000-2003 гг. под общей редакцией В.И. [Осипова](#) и С.К. Шойгу была выпущена 6-томная монография «Природные опасности России», в которой с геоэкологических позиций анализировались различные опасные природные процессы, сейсмические, экзогенные, геокриологические, метеорологические и др.,

**Объектом экологической геодинамики** как науки в целом являются верхние горизонты земной коры (литосферы), и объекты природно-технических систем (ПТС), например это отдельные разрабатываемые месторождения, горно-обогатительные комбинаты, отвалы горной массы, складированные этими предприятиями и т.д.

**Предметом исследования** являются проявления геодинамической экологической функции верхних горизонтов земной коры (литосферы), характер воздействия геодинамических компонентов литосферы на [биоту](#), равно как и обратные связи между ними. Если исходить из этих определений, то объекты и предметы в экологической геодинамике должны ограничиваться лишь литосферой. Однако если взять учебник Трофимова, то в содержании его можно обнаружить и атмосферные вихри и наводнения и снегопады и пыльные бури, т.е процессы, не имеющие прямой связи с литосферой, но влияющие на нее, через осадконакопление, что в целом относится к геологическим процессам. То же самое мы видим и у Злобина. В таком расширении лишний раз подчеркивается

тесная взаимосвязь – всех процессов, происходящих на Земле. Посмотрите в целом на Геологию как науку, она касается всего, что имеет отношение к образованию полезных ископаемых и горных пород: это и биология и астрономия и экономика и юриспруденция, уж не говорю о физике, химии и термодинамике.

Геодинамические процессы изучаются в двух временных системах: 1) в геологическом времени - при исследовании древних процессов, отраженных в современном рельефе или в СВК горных пород; 2) в физическом времени - при анализе тех же закономерностей применительно к современным действующим процессам или при разработке прогноза их развития.

**Причины геодинамических процессов** 1) физико-химические процессы в недрах Земли, 2) воздействие внешних космических факторов (приливы и отливы под воздействием Луны и др. космических объектов), 3) процессы выравнивания рельефа, вызванные экзогенными факторами, 4) антропогенное воздействие на горные массы.

В экологической геодинамике рассматривается два раздела: эндогенная и экзогенная геодинамика.

Проявление **глубинной (эндогенной) активности земных недр** отличается **пульсационным** развитием. Эпохи активизации и катастроф сменялись эпохами стабилизации. На **современном этапе** особое значение в оценке влияния на биоту имеют также **антропогенные процессы**, резко усиливающие активность и динамику природных процессов, и вызвавших к жизни ранее неизвестные.

### **Виды геодинамических процессов**

По своему влиянию на человека выделяются две принципиально разные с экологических позиций группы процессов. Первую из них составляют *катастрофические и опасные*. Они относятся к быстротекущим, вызывающим стихийные бедствия, приводят к быстрому разрушению среды обитания, нарушению условий жизни, а в ряде случаев и гибели людей.

Вторая группа это *неблагоприятные* процессы и явления, которые отклоняют состояние литосферы от диапазона, оптимального для жизни человека, приводят к дискомфорту его обитания, но не имеют непосредственной угрозы для жизни. Оценки дискомфорта в связи с развитием геологических процессов в физических показателях пока не существует. В качестве экономических - предлагается оценка ущерба. Так, по данным А.Л. [Рагозина](#) (1995) прямой ущерб в Российской Федерации от 20 процессов геологической природы оценивается в 16-19 млрд. долларов в год. На первом месте с ущербом в 2 млрд. долларов в год стоят эрозия, оползни, абразия берегов морей и водохранилищ. При таких оценках следует учитывать угрозу повторяемости событий, для чего проводится вероятностное районирование территорий, например по сейсмичности.

К *основным задачам*, решаемым в рамках *экологической геодинамики*, относятся (Трофимов, Зилинг, [1999](#)):

1) разработка **методов оценки устойчивости** приповерхностной части литосферы и изменения ее геодинамических параметров под влиянием природных факторов и техногенеза с учетом экологических последствий;

2) эколого-геологическое **обоснование инженерной защиты** от опасных и катастрофических геологических процессов (природных и антропогенных), влияющих на существование и комфортность проживания биоты и человеческого сообщества.

Исходя из исследования геодинамической функции литосферы эколого-геологические задачи В.Т.Трофимовым ([1999](#)) представлены в табл.:

Экологические функции литосферы и их структура		Эколого-геологические задачи
Геодинамическая	Катастрофические геологические процессы (непосредственная угроза существования биоты)	Целевое оценочное районирование территории с выделением районов с высокой повторяемостью катастрофических геологических процессов Влияние техногенеза на развитие или активизацию катастрофических геологических процессов с учетом экологических последствий Прогноз развития катастрофических геологических процессов в пространстве и во времени (с учетом "наведенных" процессов) для оценки экологического риска Эколого-геологическое обоснование инженерной защиты территорий от катастрофических природных и антропогенных геологических процессов для обеспечения комфортности и безопасности проживания населения
	Неблагоприятные геологические процессы (дисконфортность существования человека)	Целевое оценочное районирование территорий с выделением районов с геодинамической дисконфортностью проживания населения Влияние техногенеза на развитие или активизацию неблагоприятных геологических процессов с учетом экологических последствий Прогноз развития неблагоприятных геологических процессов (площадной пораженности и развития во времени) для оценки геологического риска в связи с решением экологических вопросов Вопросы оценки уровня дисконфортности проживания населения под влиянием неблагоприятных геологических процессов Оценка устойчивости территории к техногенным воздействиям с экологических позиций Обоснование необходимости мер инженерной защиты территорий от негативных геологических процессов с экологических позиций

К **прикладным задачам** экологической геодинамики относятся (Трофимов, Зилинг, [1999](#)):

1) инженерно-экологическое обоснование проектов инженерных сооружений и рационального использования верхних горизонтов земной коры для их размещения (в более широком плане - для осуществления инженерно-хозяйственной деятельности);

2) оценка влияния природных и техногенных воздействий на состояние и свойства горных пород и массивов как оснований и вместилищ инженерных сооружений;

3) соучастие в осуществлении практического управления природно-технической или природной литосистемой с целью сохранения обеспечения ими своих функциональных особенностей.

#### **Методы исследований.**

Выполняемые эколого-геодинамические исследования опираются на методы структурной и инженерной геологии, геохимии, геокриологии, гидрогеологии и геотектоники. Именно они дают информацию о механизме развития и закономерностях пространственной приуроченности деструктивных процессов в их развитии. Эта информация позволяет оценить экологическую значимость геологических процессов как природного, так и антропогенного

происхождения. Методы остальных наук о Земле, хотя и используются для решения отдельных вопросов, имеют подчиненное значение.

В настоящее время наметились два подхода к оценке воздействия геодинамического влияния литосферы. Первый из них антропоцентрический связан с оценкой воздействия на человека и по существу сводится к выявлению экологических последствий. Второй подход связан с изучением современных геодинамических зон и аномалий литосферы и их интегральным воздействием на биоту. Эти аномалии определяют, развитие участков повышенной трещиноватости и проницаемости, снижают устойчивость оснований инженерных сооружений, изменяют циркуляцию подземных. Активные геодинамические аномалии могут контролировать проникновение физических и химических загрязнителей в геологическую среду, влиять на окружающий ландшафт и биоту, на здоровье человека, существенно снижать ценность земельных ресурсов,

Рекомендуемая литература:

- В.М. Ненахов, А.В. Никитин Введение в геодинамику Уч. Пособие, 2007
- Торфимов В.Т. и др. 2008. Экологическая геодинамика
- Королев В.А. 2004. Электронный учебник. Инженерная и экологическая геодинамика
- Злобин Т.К. Геодинамические процессы и природные катастрофы