



ГЕОТЕКТÓНИКА

Авторы: В. Е. Хаин

ГЕОТЕКТÓНИКА (от [гео...](#) и греч. τεχτονικός – строительный), тектоника, геологическая наука, изучающая структуру, движения, деформации и развитие земной коры и литосферы в связи с процессами в тектоносфере и Земле в целом. Объектами исследований Г. являются прежде всего разномасштабные структурные элементы литосферы: наиболее крупные – континенты, океаны и зоны перехода континент – океан (континентальные окраины); в пределах континентов – платформы (кратоны) и орогены (складчатые пояса, или подвижные пояса), щиты и плиты, антеклизы и синеклизы, внутр. и внешние зоны орогенов, передовые и межгорные прогибы; в пределах океанов – спрединговые срединно-океанич. хребты и абиссальные равнины, внутриокеанич. хребты и поднятия и др.

Структура науки

В Г. выделяют ряд направлений. Общая Г. (теоретическая) изучает закономерности строения тектоносферы (литосферы и астеносферы) и создаёт аргументиров. представления о происхождении и развитии структурных элементов литосферы. Региональная Г., тесно связанная с региональной геологией, выявляет и характеризует структурные элементы литосферы разного типа в пределах отд. региона, государства, континента, океана или всего земного шара. Историческая Г. исследует историю формирования совр. структуры литосферы, выявляет осн. этапы и стадии её развития как в глобальном, так и в региональном масштабах; связана с историч. геологией. Особые подразделы историч. Г.: новейшая тектоника ([неотектоника](#)), рассматривающая последний (неотектонич.) этап развития литосферы – олигоцен-четвертичный, и актуотектоника, исследующая совр. движения земной коры инструментальными методами. Морфологическая Г., или [структурная геология](#), изучает мелко- и среднемасштабные складчатые и разрывные дислокации (нарушения) горных пород. Проблемы Г. решаются при участии [тектонофизики](#), исследующей физич. условия тектонич. деформаций, а также эксперим. тектоники, занимающейся физич. моделированием тектонич. структур и деформаций. Важный раздел Г. – тектоническая картография (на тектонич. картах отражают совр. структуру земной коры и в определённой степени историю её формирования). К Г. примыкает [сейсмотектоника](#), изучающая движения и дислокации, вызванные землетрясениями. Процессы, происходящие в тектоносфере и обуславливающие развитие земной коры и литосферы, исследует [геодинамика](#), в тесной связи с которой развивается Г. Теоретич. основой Г. является концепция [тектоники плит](#). Прикладное значение Г. заключается в установлении связи размещения месторождений полезных ископаемых с разл. типами тектонич. структур и характером их развития, в учёте данных изучения новейших, в особенности совр., тектонич. движений при строительстве инженерных сооружений, атомных и гидроэлектростанций, а также при оценке сейсмич. опасности и прогнозе землетрясений.

Методы науки

В своих исследованиях Г. опирается на [актуалистический метод](#), использует данные геологич. картирования, дистанционного изучения поверхности Земли, бурения, геофизич. исследований (грави-, магнито-, сейсмо-,

термометрии, сейсмологии, палеомагнитологии), геохимии, в т. ч. изотопной, петрологии, литологии, палеоклиматологии, палеобиогеографии. Осн. методы Г.: структурный анализ – исследование взаиморасположения в пространстве тектонич. нарушений (складок, разрывов со смещением, трещин и др.) для восстановления полей напряжений и выяснения последовательности их формирования; палеотектонический анализ – восстановление истории движений и деформаций земной коры, расположения её структурных элементов в прошлые геологич. эпохи с использованием методов анализа фаций и мощностей, объёма отложений, формационного, литодинамич. комплексов, перерывов и несогласий; неотектонический анализ – изучение новейших и совр. движений земной коры на основе применения геоморфологич., геодезич., в т. ч. космогеодезич., и др. методов; метод сравнительной тектоники – сравнение морфологии и истории развития однотипных тектонич. структур для выявления их общих характеристик и различий, а также родственных структур с целью раскрытия их происхождения и эволюционной последовательности формирования. Весьма существенное значение для Г. приобрели геофизич. методы, особенно сейсмич. (глубинное сейсмич. зондирование, сейсмич. томография), дающие наиболее ценную информацию о глубинном строении земной коры и подстилающей её мантии; петрохимич. и геохимич. методы, выявляющие связь магматизма и Г. Всё шире для решения задач Г. внедряются математич. (статистика, компьютерное моделирование и др.) и физич. (эксперимент) методы, системный анализ, компьютерные технологии (ГИС).

Исторический очерк

Основы Г. были заложены в 17 в. Н. [Стено](#), показавшим, что наклонное положение слоёв – следствие «сильных потрясений» или разрушения нижележащих слоёв. В 18 в. М. В. [Ломоносов](#) признавал ведущую роль эндогенных процессов («подземного жара») в образовании гор. Дж. [Геттон](#) вслед за итал. естествоиспытателем А. Л. Моро высказал предположение о связи периодич. поднятий суши с вулканизмом, которое в нач. 19 в. возродили К. Л. фон [Бух](#) и А. [Гумбольдт](#), сформулировавшие первую науч. [тектоническую гипотезу](#) «кратеров поднятия» (в её основе – определяющая роль вулканизма в ходе горообразования). В сер. 19 в. гипотезу «кратеров поднятия» сменила гипотеза контракции, основывавшаяся на сжатии земной коры под влиянием сокращения объёма остывающего земного шара (Ж. [Эли де Бомон](#)). Эта гипотеза была подтверждена региональными исследованиями Э. [Зюсса](#), создавшего фундам. труд «Лик Земли» (1885–1909), в котором впервые было дано описание тектонич. строения всей поверхности земного шара. Во 2-й пол. 19 в. в связи с развитием геологич. картирования появляется систематика складчатых нарушений, описываются надвиги и тектонич. покровы, вырабатывается структурно-геологич. терминология, первая сводка по которой была опубликована в 1888 швейц. геологом А. Геймом и франц. учёным Э. де Маржери. В 1850–70-е гг. было установлено, что складчатые горные системы рождаются в пределах особых зон, названных [геосинклиналями](#), учение о которых было разработано в США Дж. [Холлом](#) (1859) и Дж. [Дана](#) (1873) и получило распространение в Европе благодаря работам Э. [Ога](#) и Ф. Ю. [Левинсона-Лессинга](#). В кон. 19 – нач. 20 вв. М. А. [Бертран](#) указал, что складчатые зоны континентов имеют разный возраст и были сформированы в четыре осн. эпохи горообразования – гуронскую (докембрийскую), каледонскую, герцинскую и альпийскую. Э. Ог противопоставил геосинклиналям стабильные участки континентов, позднее получившие название [платформ](#). Учение о платформах, дополнившее учение о геосинклиналях, было развито нем. исследователем Г. А. Траутшольдом, рос. учёными Г. П. [Гельмерсеном](#), Н. А. [Головкинским](#), А. П. [Карпинским](#), А. П. [Павловым](#), С. Н. Никитиным, польск. геологом Ю. [Лукашевичем](#). Эти два учения составили осн. стержень общего представления об эволюции структуры земной коры – от геосинклиналей

к орогенам и платформам. В дальнейшем, начиная с 1940-х гг., было выяснено, что платформы в процессе тектонич. активизации могут снова превращаться в горные сооружения – вторичные, или эпиплатформенные, орогены (С. С. [Шульц](#)).

В нач. 20 в., в связи с открытием естественной радиоактивности и отказом астрономов от космогонич. гипотезы Канта – Лапласа, обнаружилась несостоятельность физич. и астрономич. основ гипотезы контракции и было выдвинуто несколько новых гипотез – подкорковых течений (австр. исследователь О. Амперер, 1906), пульсирующей (У. Х. [Бухер](#), 1933; М. А. [Усов](#), 1939; В. А. [Обручев](#), 1940) и расширяющейся (Б. Линдеман, 1927; нем. учёный О. Хильгенберг, 1933; М. М. [Тетяев](#), 1934) Земли. Радикально отличается от всех гипотез дрейфа материков (А. Л. [Вегенер](#), 1912, предвосхищена амер. учёным Ф. Тейлором в 1910), положившая начало направлению Г. – [мобилизму](#). В ней признавались крупные горизонтальные перемещения континентальных масс. В 1930–1950-е гг. наиболее популярным стало фиксистское направление Г. ([фиксизм](#)), согласно которому континентальные массы находятся в фиксированном положении относительно мантии Земли. Возродились представления о ведущем значении вертикальных, особенно восходящих, движений в развитии земной коры. В. В. [Белоусов](#), Р. В. ван [Беммелен](#) связывали эти движения с подъёмом из подкорковых глубин магмы – продукта глубинной дифференциации вещества мантии. В эти годы парадигмой Г. стало учение о геосинклиналях. Дополненное учением о платформах, оно было существенно расширено трудами Х. [Штилле](#), Дж. М. [Кея](#), Ж. [Обуэна](#), А. Д. [Архангельского](#), Н. С. [Шатского](#), А. Л. [Яншина](#), А. А. Богданова, М. В. [Муратова](#), В. Е. [Хаина](#). В 1940-х гг. возникло учение о глубинных разломах (амер. геолог У. Хоббс, нем. исследователи Г. Клоос, Х. Штилле, швейц. учёный Р. Зондер, рос. геолог А. В. [Пейве](#)); обособились как самостоят. направления неотектоника (В. А. Обручев, 1948; С. С. Шульц, 1948; Н. И. [Николаев](#), 1949) и сейсмотектоника (рос. учёный И. Е. Губин, 1950); широкое применение в Г. нашёл формационный анализ (Н. С. Шатский, Н. П. [Херасков](#), Н. Б. [Вассоевич](#) и др.); началось интенсивное изучение совр. движений (Ю. А. [Мещеряков](#) и др.).

В 1960–70-х гг. успехи в области геофизики, а также геологии океанов – открытие мировой системы срединно-океанич. хребтов, линейных магнитных аномалий в океанах; установление значит. отличий в строении континентальной и океанич. коры, подтверждение существования в верхней мантии Земли [астеносферы](#) и др. – привели к отказу от фиксизма и формулировке неомобилистской концепции, возродившей идеи А. Вегенера и превратившей их в более строго и полно разработанную концепцию [тектоники плит](#) (амер. учёные Г. Хесс, Р. Дитц, Дж. Морган, а также Б. Изакс, Дж. Оливер, Л. Сайкс, англ. исследователи Д. Маккензи, Ф. Паркер, франц. учёные К. Ле Пишон, канад. геофизик Дж. Т. Вилсон, рос. геологи П. Н. [Кропоткин](#), Л. П. [Зоненшайн](#), С. А. Ушаков, О. Г. Сорохтин, В. Е. Хаин и др.). Существенным дополнением тектоники плит стала концепция тектонич. расслоенности литосферы, наиболее полно разработанная в России в кон. 1970–80-х гг. (А. В. Пейве, Ю. М. [Пушаровский](#)). В эти годы благодаря исследованию поверхности Земли из космоса была выявлена существенная роль в строении земной коры линеаментов и кольцевых структур разл. масштаба, подтвердились горизонтальные перемещения литосферных плит. Путём альтиметрич. съёмки поверхности океана с амер. спутника «Seasat» уточнена структура ложа океана. Проводились широкомасштабные исследования континентальных рифтов (рос. геологи В. В. Белоусов, Е. Е. [Милановский](#), Н. А. Логачёв, В. С. Сурков, А. В. Разваляев, амер. учёный Б. Вернике, Д. Маккензи и др.).

Развитие Г. в кон. 20 в. происходило в связи с быстрым накоплением новых данных о структуре докембрийских комплексов и ранних стадиях развития Земли (изотопное датирование горных пород), о строении континентов

(сверхглубокое бурение, см. [Кольская сверхглубокая скважина](#)) и океанов (глубоководное бурение), глубинных оболочек (глубинное сейсмич. зондирование, сейсмич. томография), а также в связи с привлечением сравнит. материала по др. планетам Солнечной системы. В нач. 20 в. основной науч. теорией Г. остаётся тектоника литосферных плит; имеются тенденции к рассмотрению её как части более общей глобальной геодинамич. концепции, находящейся в стадии становления.

Научные организации, международное сотрудничество, периодические издания

Исследования по Г. ведутся в России в геологич. ин-тах РАН в Москве, Екатеринбурге, Сыктывкаре, Уфе, Новосибирске, Иркутске, Хабаровске, Владивостоке, Южно-Сахалинске; во Всерос. геологич. ин-те в С.-Петербурге, а также в Московском, С.-Петербургском и др. гос. ун-тах. Все они координируются Межведомственным тектонич. к-том, издающим с 1965 ж. «Геотектоника». За рубежом подобные исследования проводятся в осн. в ун-тах. Междунар. работы в области Г. ведутся Комиссией по структурной геологии и Подкомиссией по Междунар. тектонич. карте мира. Вопросы Г. обсуждаются на сессиях Междунар. геологич. конгресса, проводящегося с 1878. Издаются междунар. журналы «Tectonics» (Wash., 1982) и «Tectonophysics» (Amst., 1964).

Литература

Лит.: Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Натапов Л. М. Тектоника литосферных плит территории СССР. М., 1990. Кн. 1–2; Turcotte D. L., Shubert G. Geodynamics. N. Y., 2002; Quadricentenario della parola geologia / Ed. G. B. Vai, Cavazza W. Bolonia, 2003; Несмеянов С. А. Инженерная геотектоника. М., 2004; Хаин В. Е., Рябухин А. Г. История и методология геологических наук. 2-е изд. М., 2004; Хаин В. Е., Ломизе М. Г. Геотектоника с основами геодинамики. 2-е изд. М., 2005; Хаин В. Е., Лимонов А. Ф. Региональная геотектоника. М., 2006.