
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 551.24.01(091):069

Посвящается памяти
Сергея Александровича Ушакова

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ ТЕКТОНИКИ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ В МУЗЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Е.П. Дубинин, Ю.И. Галушкин, А.Л. Грохольский,
О.П. Иванов, А.А. Ковалёв¹

Рассмотрены основные этапы и предпосылки появления и формирования теории тектоники литосферных плит и даны её основные понятия. Особое внимание уделено развитию этой теории в Музее землеведения МГУ. Рассмотрен вклад учёных Музея землеведения в развитие положений тектоники плит и их использование в музейной экспозиции и учебном процессе.

Ключевые слова: тектоника литосферных плит, Музей землеведения МГУ, история науки.

DEVELOPMENT OF IDEAS OF PLATE TECTONICS IN THE EARTH SCIENCE MUSEUM: PAST AND PRESENT

*E.P. Dubinin, Dr.Sci. (Geol.-Mineral.), Yu.I. Galushkin, Dr. Sci. (Techn.),
A.L. Grokholskii, PhD, O.P. Ivanov, PhD, A.A. Kovalev, Dr.Sci. (Geol.-Mineral.)
Lomonosov Moscow State University (the Earth Science Museum)*

The main stages of development and premises of origination and formation of the plate tectonics theory are considered and main concepts of this theory are given. Particular attention is paid to development of the plate tectonics theory in the Earth Science Museum of Moscow State University. The contribution of the museum scientists to development of this theory and its using in the museum exposition and student education are presented.

Key words: plate tectonics, Earth Science Museum, science history.

¹ Евгений Павлович Дубинин – д. г.-м.н., зав. сектором геодинамики, edubinin08@rambler.ru; Юрий Иванович Галушкин – д.т.н., в.н.с.; Андрей Львович Грохольский – к.г.н., в.н.с.; Олег Петрович Иванов – к.г.-м.н., в.н.с.; Александр Александрович Ковалёв – д.г.-м.н., гл.н.с. сектора геодинамики Музея землеведения МГУ.

Первые идеи о возможном соединении в геологическом прошлом крупных материков – Африки и Южной Америки – были высказаны ещё в самом конце 16 века Абрахамом Ортелиусом и в начале 17 века Фрэнсисом Бэконом, которые обратили внимание на сходство их береговых линий на первых географических картах.

Однако рождение в геологии нового научного направления – мобилизма в виде гипотезы дрейфа материков – обычно связывают с именем немецкого геофизика Альфреда Вегенера. В начале XX века А. Вегенер выдвинул предположение, что около 200 млн лет назад все материки были сгруппированы в единый гигантский континент, названный им Пангеей, который затем раскололся на отдельные мобильные континентальные фрагменты, дрейфующие друг относительно друга.

Этот суперконтинент состоял из двух крупных частей: северной – Лавразии, объединявшей нынешнюю Европу, Азию (без Индии) и Северную Америку, и южной – Гондваны, включавшей в себя Южную Америку, Африку, Антарктиду, Индостан и Австралию. Между юго-восточной границей Лавразии и северо-восточной – Гондваны находилась впадина океана Тетис. Первоначально гипотеза А. Вегенера основывалась на поразительном сходстве в очертании берегов Африки и Южной Америки. Однако в дальнейшем, отстаивая свою концепцию дрейфа материков, учёный черпал новые факты для её подтверждения в палеонтологии, палеоклиматологии, геологии, минералогии, закладывая междисциплинарный подход в её основу.

Благодаря своей простоте и наглядности, предложенная А. Вегенером гипотеза дрейфа континентов дала мощный импульс развитию идей мобилизма. Однако в то время А. Вегенер не смог указать силы, ответственные за передвижение континентов и обладающие достаточной энергией для образования обширных горных систем.

Позднее голландский геофизик Ф. Венинг-Мейнес предположил наличие конвективных течений в мантии Земли, а англичанин А. Холмс и американец Д. Григс связали их с дрейфом материков. Ещё в начале XX века было установлено слоистое строение Земли и существование пластичного слоя астеносферы, который допускал возможность перемещения литосферы относительно подстилающей мантии. И всё же в те годы ещё не было достаточно убедительных доказательств гипотезы А. Вегенера, поэтому большинство геологов относились к ней скептически.

Только после Второй Мировой войны идеи мобилизма и дрейфа материков получили новый импульс в своём развитии. Качественно новая информация о строении поверхности Земли была получена с помощью появившихся дистанционных аэро-, а позднее космических методов. Но главные открытия были связаны с активным изучением океанов.

В это время, в начале и в середине 1950-х годов, когда все наземные территории уже в достаточной мере были изучены, не охваченной вниманием остались только Мировой океан и Антарктида. Для исследования Антарктики были организованы первые советские экспедиции. Научно-исследовательские суда шли к Антарктиде через Атлантический океан, или через Красное море и Индийский океан. Американские исследователи главное внимание уделяли сектору Западной Антарктики. В процессе этих экспедиций было сделано немало открытий по строению рельефа дна океана и земной коры.

Для координации действий, направленных на изучение океанов, международное научное сообщество организовало Международный геофизический год (1957–1958 гг.), когда объединённые усилия учёных многих стран мира были направлены на изучение Мирового океана. Результат не замедлил сказаться. Благодаря этим исследованиям были сделаны научные открытия, пошатнувшие научный фундамент господствующей

щего в то время учения о геосинклиналиях и заставившие исследователей по-новому взглянуть на строение и развитие Земли. На дне океана была открыта глобальная система срединно-океанических хребтов, протягивающаяся на расстояние около 70 тыс. км, были обнаружены глубокие желоба и разломы, подводные хребты и горы. Оказалось, что на дне океана действуют активные тектонические и магматические процессы. Была открыта система линейных знакопеременных магнитных аномалий, параллельных и симметричных осям срединных хребтов, способных фиксировать периодические инверсии магнитного поля Земли. Было установлено, что возраст древнейших пород океанической коры не больше 170–180 млн лет, т.е. гораздо меньше, чем возраст древнейших пород континентов. Изучение остаточной намагниченности горных пород, позволяющей восстановить их положение в древнем магнитном поле, подтвердило, что материки испытывали значительные перемещения, прежде чем занять свое современное положение.

Изложенные факты не укладывались ни в одну тектоническую гипотезу фиксистского направления и заставили вспомнить о гипотезе Вегенера, которая к тому времени насчитывала лишь очень немногочисленных сторонников. В 1961–1968 гг. усилиями американских, английских, канадских и французских геофизиков и геологов были разработаны основы новой мобилистской теории, первоначально больше известной как *новая глобальная тектоника*, а затем *тектоника плит* (точнее, тектоника литосферных плит). Верхняя часть твёрдой Земли разделяется на две оболочки, существенно различающиеся по реологическим свойствам (вязкости): жёсткую и хрупкую литосферу и более пластичную астеносферу. Литосфера разделена на ряд плит, которые перемещаются друг относительно друга по пластичному слою – астеносфере.

Зародышем этой теории явилась идея об образовании океанов в результате движения континентов и разрастания пространства молодой океанической коры, начиная от осей срединно-океанических хребтов. Этот процесс был впервые описан в 1961 г. американскими геологом Гарри Хессом и геофизиком Робертом Дитцем и получил от последнего название *спрединга океанского дна*. Так начиналась самая драматичная научная революция за всю историю существования наук о Земле.

В 1965 г. Джордж Т. Уилсон сформулировал предположение, что жёсткая оболочка Земли – литосфера – разбита на ряд плит, ограниченных границами расхождения, схождения и сдвига. Эдвард Буллард впервые использовал компьютер для построения количественных реконструкций положения континентов в прошлые геологические эпохи. В 1968 г. американец Джасон Морган, англичанин Дэн Маккензи (впервые применивший термин «плиты») и француз Ксавье Ле Пишон построили общую картину расположения и перемещения литосферных плит. В 1970 г. англичане Джеймс Дьюи и Джордж Берд впервые объяснили с точки зрения мобилистской концепции образование горных поясов Земли. Тогда же Сейя Уеда изучил механизмы погружения океанских плит в мантию под островными дугами.

Таким образом, к середине 1960-х годов были сформулированы основные положения концепции тектоники литосферных плит, представляющей собой геологическую теорию, которая рассматривает образование, строение и взаимные перемещения литосферных плит, сопровождаемые их деформациями, магматическими проявлениями и другими процессами, приводящими к формированию земной коры и связанных с ней полезных ископаемых.

С формированием теории тектоники литосферных плит (ТЛП) науки о Земле вышли на качественно новый уровень своего развития. Важной особенностью теории

ТЛП является то, что она стала междисциплинарной парадигмой, интегрирующей знания разных наук о Земле (геофизики, геохимии, геотектоники, петрографии, палеонтологии и др.). ТЛП вывела науки о Земле с качественного, описательного уровня изучения наблюдаемых явлений на уровень количественного анализа и необходимости проверки соответствия геологических процессов и явлений природы законам физики. Такой подход привлек к ТЛП специалистов: физиков, механиков, математиков.

Одновременно с теорией ТЛП формировалась и новая наука *геодинамика* – «наука о физических и химических процессах, происходящих внутри Земли и изменяющих её геологическую структуру и рельеф» (В.Е. Хаин, В.П. Гаврилов).

Но не прост был путь становления ТЛП в нашей стране. К концу 60-х – началу 70-х гг. прошлого столетия в СССР было всего лишь два центра, в которых системно развивалась эта теория. Это Институт океанологии РАН, возглавляемый А.С. Мониным, и небольшая лаборатория геодинамики на кафедре геофизики геологического факультета МГУ, руководителем которой был С.А. Ушаков и работу которой поддерживал чл.-корр. РАН, в то время заведующий кафедрой геофизики В.В. Федынский. В середине 1970-х гг. в состав лаборатории входили Ю.И. Галушкин, О.П. Иванов и Е.П. Дубинин. В Институте океанологии РАН собрались немало талантливых учёных-энтузиастов, которые внесли значительный вклад в развитие теории тектоники плит. Это О.Г. Сорохтин, Л.П. Зоненшайн, А.П. Лисицын, А.В. Живаго, А.М. Городницкий, В.Г. Казьмин, Е.Г. Мирлин, Л.А. Савостин, Л.И. Лобковский и мн. др. Во всех остальных институтах и ВУЗах «официальная геологическая наука» базировалась на фундаменте учения о геосинклиналях. Следует отметить, что отдельные учёные понимали перспективы плейт-тектонической парадигмы и, вопреки господствующей геосинклинальной теории, вносили свой существенный вклад в развитие теории ТЛП. Это В.Е. Хаин, П.Н. Кропоткин, П.С. Воронов, А.А. Ковалёв, А.М. Карасик, Р.М. Деменицкая, А.Н. Храмов, Л.М. Натапов и др.

В конце 1960-х – начале 1970-х гг. на геологическом факультете МГУ В.Е. Хаин и С.А. Ушаков организовали геодинамический семинар, на котором обсуждались проблемы ТЛП, что вызывало немалый интерес среди учёных, преподавателей и студентов и пополняло ряды сторонников этой теории. Ежегодное тектоническое совещание, проходившее тогда в МГУ в большой аудитории 01, собирало огромное количество участников, приезжавших со всех концов нашей страны. Одни исследователи (их было большинство) категорично и в жёсткой форме защищали старые фиксистские научные представления, другие – не менее категорично и жёстко отстаивали новые идеи. К последним всегда принадлежали В.Е. Хаин, С.А. Ушаков, О.Г. Сорохтин и Л.П. Зоненшайн.

Но в целом научное геологическое общество, исповедовавшее в ту пору устоявшиеся фиксистские идеи, отторгало кардинально новые подходы, ибо стабильность господствовала как среди социально-политической, так и среди научной номенклатуры того времени. Административно-командный стиль управления наукой тоже не способствовал развитию новых идей. Научное инакомыслие не поддерживалось, а его носители испытывали, мягко говоря, агрессивно негативную реакцию профессионального сообщества.

В 1974 г. благодаря инициативе А.А. Ковалёва и Л.П. Зоненшайна в издательстве «Мир» были выпущены две книги: «Новая глобальная тектоника», синтезирующая основополагающие работы по тектонике литосферных плит, и «Тектоника литосферных плит» Кс.Ле Пишона, Ж. Франшто и Ж. Бонина.

В 1976 г. А.А. Ковалёв вместе со своими единомышленниками организовал под эгидой Государственного комитета по науке и технике первую научную конференцию по тектонике литосферных плит, правда с компромиссным названием: «Геодинамика и полезные ископаемые».

В 1979 г. директором Учебно-научного Музея землеведения был назначен С.А. Ушаков, что освободило геологический факультет от научной «ереси». Вместе с ним в Музей перешли почти все сотрудники лаборатории геодинамики. В начале 1980-х гг. в Музей землеведения пришло несколько новых сотрудников – сторонников ТЛП: А.А. Ковалёв, Н.А. Ясаманов, А.И. Шеменда и др. Центр развития теории тектоники литосферных плит в Московском университете сосредоточился в Музее землеведения. В конце 70-х и в самом начале 80-х годов С.А. Ушаков, совместно с Ю.И. Галушкиным, опубликовал в «Итогах науки и техники», серия «Физика Земли», три тома «Литосфера Земли (по геофизическим данным): часть 1. Кинематика плит и океаническая литосфера (1978); часть 2. Континентальная литосфера (1979); часть 3. Геофизический анализ палеотектоники литосферы Земли (1983)». В 1979 г. была опубликована монография «Гравитационное поле и рельеф дна океана» (Ушаков С.А., Галушкин Ю.И., Дубинин Е.П., Иванов О.П. и др.). В этих монографиях был представлен анализ достижений тектоники плит на тот период. Они послужили важной основой для развития мобилистских идей в нашей стране в 1980-е годы.

В это непростое время для сторонников теории тектоники плит в Музее землеведения руку дружбы протянул географический факультет в лице декана Г.И. Рычагова, зав. кафедрой геоморфологии О.К. Леонтьева и ведущих сотрудников и профессоров кафедры Г.А. Сафьянова, В.И. Кружалина, Ю.Г. Симонова. Эти люди поддержали проведение на факультете хоздоговорных работ по мобилистской плейттектонической тематике, даже несмотря на то, что далеко не всегда разделяли эти научные взгляды. Благодаря поддержке географического факультета в Музее под руководством С.А. Ушакова продолжались хоздоговорные работы с производственными организациями: НПО «Севморгео» (г. Ленинград) с Полярной морской геолого-разведочной экспедицией, ПГО «Союзморгео» (г. Мурманск). Сотрудниками Музея и хоздоговорных партий были написаны научные отчёты, наиболее значимые из которых следующие.

Галушкин Ю.И., Дубинин Е.П., Ушаков С.А., Хрянина Л.П., Алиева Е.Р., Шеменда А.И. «Геодинамический анализ глубинного строения и аномального гравитационного поля переходных зон Антарктиды» (М.-Л.: ПГО «Севморгеология» Мингео СССР, 1983). В нём впервые были рассмотрены геодинамические типы переходных зон Антарктиды и проведена оценка их нефтегазоносности.

Ушаков С.А., Галушкин Ю.И., Дубинин Е.П., Шеменда А.И., Грохольский А.Л., Белая Н.И. «Анализ рельефа дна и аномальных физических полей рифтовых зон и трансформных разломов в связи с проблемой металлогении» (М.: ПГО «Севморгеология» Мингео СССР, 1986). В этом отчёте впервые был проведён анализ геодинамики спрединговых хребтов с точки зрения их перспективности на глубоководные полиметаллические сульфиды и даны рекомендации на поиск перспективных участков и структур в рифтовых зонах СОХ.

Белая Н.И., Галушкин Ю.И., Грохольский А.Л., Дубинин Е.П., Прозоров Ю.И., Смирнов Я.Б., Шеменда А.И. «Типизация районов развития глубоководных полиметаллических сульфидов в рифтовых зонах по особенностям рельефа и глубинной структуры» (М.: ВНИИОкеангеологии, 1990).

В этих отчётах были даны рекомендации по внедрению достижений тектоники литосферных плит в практику морских геологоразведочных работ.

В 1979 г. Ю.И. Галушкин и С.А.Ушаков, вслед за Дж. Минстером с соавторами, рассчитали скорости движения литосферных плит в рамках модели мгновенной кинематики (рис. 1). Исключительная важность приведённых расчётов очевидна, поскольку они позволяют количественно оценивать современную тектоническую активность Земли и объёмы магматических излияний в современных рифтовых зонах океанов.

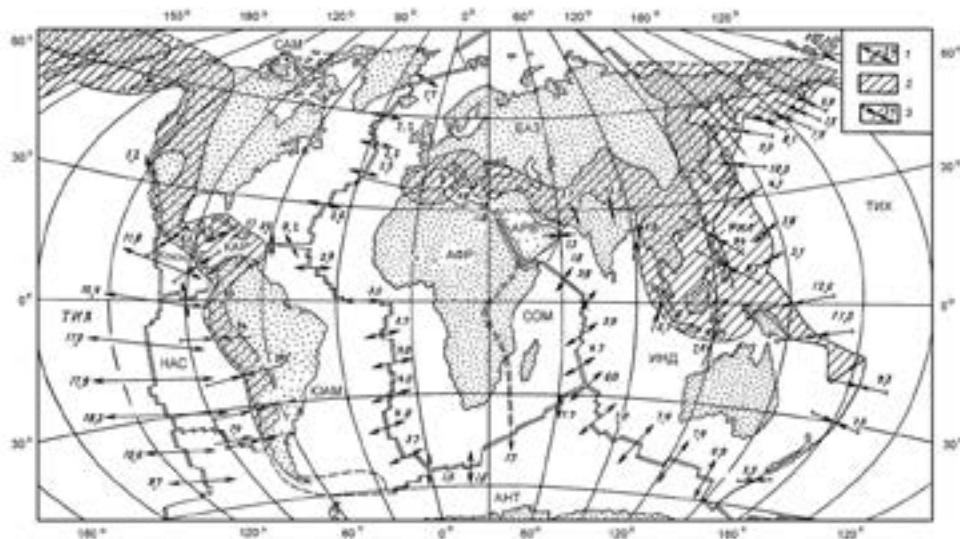


Рис. 1. Относительные движения литосферных плит (см/год): 1 – дивергентные и трансформные границы плит; 2 – планетарные пояса сжатия; 3 – конвергентные границы плит.

В начале 1980-х годов в секторе геодинамики Е.П. Дубининым и Ю.И. Галушкиным была разработана серия экспозиционных стендов, посвящённых проблемам теории тектоники литосферных плит: «Тектоника литосферных плит», «Возраст дна океана», «Трансформные разломы», «Зоны субдукции», «Коллизионные зоны», «Континентальный рифтогенез» и др. А.А. Ковалёвым совместно с С.А. Ушаковым был разработан большой стенд «Геодинамические обстановки минерагении». Н.А. Ясаманов разработал на мобилистской основе серию стендов, посвящённых главным геологическим периодам. Все экспозиционные комплексы были введены в экспозицию к Международному геологическому Конгрессу, который проходил в Москве в МГУ в 1984 г. и представляют собой наглядные учебные пособия, выполненные в художественной форме.

В 1980 г. по инициативе С.А. Ушакова и О.Г. Сорохтина в Музее была организована лаборатория экспериментальной геодинамики. В первоначальный состав лаборатории входили А.И. Шеменда, А.Л. Грохольский и Е.П. Семёнов. За время своего существования вплоть до настоящего времени в лаборатории были получены уникальные результаты по моделированию структурообразующих деформаций в разных геодинамических обстановках: субдукции, коллизии, спрединга и др. Результаты исследова-

ний были опубликованы в ведущих мировых журналах и легли в основу кандидатских диссертаций А.И. Шеменды и А.Л. Грохольского. Они также представлены в музейной экспозиции (стенд «Украинные моря» и альбом «Физическое моделирование»), а сам метод физического моделирования пользуется большой популярностью среди студентов геологического и географического факультетов (рис. 2).



Рис. 2. Студенты в лаборатории экспериментальной геодинамики Музея землеведения МГУ.

С 1980-х гг. в Музее на геодинамической основе теории тектоники литосферных плит Ю.И. Галушкиным стало развиваться направление моделирования бассейнов, которое реализовалось в создании программного комплекса «GALO» и серии фундаментальных монографий.

Мобилистское геофизическое исследование эволюции литосферы было расширено палеогеографическим анализом и в 1984 г. С.А. Ушаковым и Н.А. Ясамановым в издательстве «Мысль» была опубликована книга «Дрейф материков и климаты Земли», в которой впервые прослежены связи между перемещением континентов и эволюцией растительного и животного мира, рассмотрены принципы глобальных палеогеографических реконструкций, в т. ч. климатических.

В середине 1980-х гг. группа сотрудников Музея неоднократно выезжала с лекциями в научные и производственные геологические организации в Хабаровск, Якутск, Южно-Сахалинск, где помимо лекций проводились научные дискуссии по разным проблемам тектоники плит.

В 1983–1985 гг. на Киргизском геодинамическом полигоне проводились совместные исследования сотрудников Музея землеведения (А.А. Ковалёв, Е.И. Леоненко, М.Д. Рукин, А.В. Колтыпин и др.) с учёными из ГДР во главе с профессором Г. Ольсзаком из Лейпцигского университета им. К. Маркса. Результаты этих работ были опубликованы в сборнике «Тектоника плит и полезные ископаемые» под редакцией А.А. Ковалёва и Г. Ольсзака. Тогда же А.А. Ковалёвым совместно с С.А. Ушаковым была разработана новая методика составления тектонических карт с учётом теории

тектоники литосферных плит и составлена геодинамическая и металлогеническая прогнозные карты Киргизии (масштаб 1:500 000). К сожалению, в 1989–1990 гг. работы были прекращены.

В 1985 г. А.А. Ковалёвым была издана фундаментальная монография «Мобилизм и поисковые геологические критерии». В этой монографии обобщены достижения теории тектоники литосферных плит в части создания геодинамических моделей основных типов структурных элементов земной коры и применения этих моделей для понимания условий формирования и закономерностей размещения полезных ископаемых. Приводятся новые региональные и локальные поисковые геологические критерии для месторождений нефти, бокситов, меди и полиметаллов, золота, олова, хромитов и других полезных ископаемых.

В 1987 г. Е.П. Дубинин по результатам своей кандидатской диссертации, защищённой в 1982 г., опубликовал монографию «Трансформные разломы океанической литосферы», в которой были рассмотрены кинематические, геодинамические и генетические типы трансформных разломов.

С середины 80-х начинается тесное научное сотрудничество в области теории тектоники литосферных плит и глобальной эволюции Земли С.А. Ушакова и О.Г. Сорохтина. Ими были созданы новые модели эволюции океана и атмосферы в геологической истории Земли, разработана единая концепция глобальной эволюции Земли, впервые выполнены палеогеодинамические реконструкции пространственного расположения материков и океанов в протерозое, предложены новые модели строения и развития нашей планеты в катархее и архее. Результаты этих исследований опубликованы в трёх книгах: «Происхождение Луны и её влияние на глобальную эволюцию Земли» (1989); «Глобальная эволюция Земли» (1991); «Природа тектонической активности Земли» (1993). Эти монографии – результат многолетнего творческого сотрудничества специалистов по тектонике плит Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН и Музея земледования МГУ.

Ещё одним результатом указанного творческого содружества учёных стало создание учебно-научной экспозиции с уникальными экспонатами – фрагментами гидротермальных сооружений, поднятых со дна рифтовых долин сотрудниками Института океанологии (О.Г. Сорохтиным и В.И. Пересыпкиным) с помощью глубоководных обитаемых аппаратов и переданных в дар Музею. Эти экспонаты оформлены в виде диорамных комплексов «Чёрные курильщики» и «Гидротермальное поле Лост Сити» (см. фото на 2 с. обложки журнала), расположенных на 28 этаже Музея земледования.

В конце 80-х – начале 90-х гг. с позиций тектоники плит сотрудниками сектора геодинамики оформлен ряд стендов в зале «Магматизм»: «Вулканы мира (географическое распределение и геодинамические позиции активных вулканов)», «Лавы и пирокласты», «Вулканические газы и гидротермы», «Извержение вулкана», «Вулканы и жизнь». Наряду с Е.П. Дубининым, В.А. Апродовым, Е.Л. Кирсановой в этой работе активное участие принимал К.А. Скрипко, который пришёл в Музей в 1987 г., проработав в течение 20 лет на Камчатке в Институте вулканологии РАН. Результаты этой работы были отражены в нескольких статьях и в коллективной монографии «Вулканы и тектоника литосферных плит» (1996), в которой с позиций тектоники плит были рассмотрены геодинамические обстановки вулканизма.

К началу 1990-х годов накопившаяся геологическая информация и время взяли своё. Большая часть геологического сообщества страны склонилась в сторону мобилизма и стала активно работать в направлении развития новой теории. Это не могло не

отразиться на образовательном процессе. Учебные курсы в университете стали пересматриваться на плейттектонической основе. Важную роль в этом сыграли профессора геологического факультета МГУ В.Е. Хаин и М.Г. Ломизе, написавшие в 1995 г. замечательный учебник «Геотектоника с основами геодинамики», в котором в доступной форме на основе теории тектоники литосферных плит был пересмотрен весь курс геотектоники. Профессор Н.В. Короновский выпустил серию учебников по общей геологии, в которых геологические процессы и явления представлены на мобилистской основе. С этого момента можно было считать, что тектоника литосферных плит прочно вошла в систему образования.

В конце 80-х – середине 90-х гг. четверо сотрудников сектора геодинамики Музея землеведения защитили диссертации. Молодой сотрудник Музея А.В. Колтыпин в 1988 г. защитил диссертацию по теме «Палеогеодинамический анализ строения и развития земной коры южной части Корякского нагорья».

В 1995 г. Е.П. Дубинин защитил докторскую диссертацию по теме «Эволюционная геодинамика океанического рифтинга и формирование палеограниц плит», в которой на базе теории тектоники литосферных плит разработана концепция эволюционной геодинамики океанического рифтинга. Совокупность теоретических положений диссертации легла в основу нового научного направления, объясняющего закономерности формирования, строения и эволюции океанической коры и литосферы.

В 1996 г. на основании результатов экспериментальных исследований с помощью физического моделирования А.Л. Грохольский защитил кандидатскую диссертацию по теме «Моделирование рельефообразующих деформаций в областях перекрытий осей спрединга Восточно-Тихоокеанского поднятия».

В 1998 г. докторскую диссертацию по теме «Математическое моделирование термической эволюции осадочных бассейнов и условий реализации их углеводородного потенциала» защитил Ю.И. Галушкин.

В начале 2000-х гг., к 250-летней годовщине МГУ, по инициативе В.А. Садовниченко и С.А. Ушакова в издательстве «Московский университет» была опубликована серия учебников с коллективным авторством (О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков) под общим названием «Землеведение»: «Развитие Земли» (2002), «Океаны и материка» (Книга I «Океаны», 2003; Книга II «Материки», 2004).

Современный этап развития теории ТЛП в Музее землеведения характеризуется реализацией пяти направлений: 1) строение и эволюция океанической литосферы и морфоструктурный план дна океанов; 2) тектоника плит и минерогения; 3) моделирование бассейнов на основе численного анализа; 4) физическое моделирование геодинамических процессов; анализ развития Земли как сложной системы.

За последние годы по этим направлениям была опубликована серия фундаментальных монографий. В монографии Е.П. Дубинина и С.А. Ушакова «Океанический рифтогенез» проведена типизация и сравнительный анализ главных морфоструктур дна и глубинного строения рифтовых зон срединно-океанических хребтов (СОХ) с разными скоростями спрединга, рассмотрена и обоснована целостная иерархическая система сегментации рифтовых зон, выявлены особенности формирования и эволюции магматических очагов в рифтовой зоне СОХ, проведён анализ глубоководной гидротермальной деятельности в рифтовых зонах океана, выделены основные типы палеодивергентных границ плит – шовных зон океанической литосферы – и дана их характеристика, рассмотрены закономерности строения палеоспрединговых хребтов, установлены этапы эволюции литосферы при отмирании спрединговых

хребтов и рассмотрена эволюция океанического рифтогенеза в геологической истории Земли.

Вышли из печати три монографии Ю.И. Галушкина: «Basin analysis and modeling of the burial, thermal and maturation histories in sedimentary basins» (*Editions Technip Paris, France, 2005, 380 с.*, совместно с М. Makhous); «Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности» (М.: Научный мир, 2007, 490 с.); «Non-standard Problems in Basin Modelling» (Springer, 2016, 268 p.). В этих монографиях рассматривается аппарат моделирования бассейнов («Basin Modeling») и его применение к численной реконструкции термической истории осадочной толщи и подстилающей литосферы бассейнов, а также его использование при анализе степени катагенеза органического вещества осадочных пород и оценках реализации потенциала генерации углеводородов породами материнских свит. Рассмотрены бассейны, сформированные в разных геодинамических обстановках.

Опубликованы две монографии А.А. Ковалёва. В монографии «Новая парадигма минерагении» (2010) приведены геодинамическая и новая генетическая классификации месторождений полезных ископаемых, рассмотрены рудоносные бассейны – модели эволюции литосферы и геодинамических обстановок месторождений полезных ископаемых, промышленно-генетические типы месторождений урана, перспективы сырьевой базы вольфрама и олова Кокчетавской рудной провинции, приведена минерагеническая модель формирования Хибинских апатитовых месторождений, рассмотрены промышленно-генетические типы крупнейших месторождений вольфрама, молибдена, олова (с попутными бериллием, висмутом и золотом). Во второй монографии «Океанические скарноиды» (2012), состоящей из 12 глав, представлена усовершенствованная концепция автора об океанических скарноидах, описаны около 100 их месторождений, рассмотрены модели генезиса, типов месторождений, поисковые геологические признаки и критерии крупнейших стратиформных месторождений класса океанических скарноидов, рассмотрены месторождения, имеющие сродство со скарноидными месторождениями вольфрама, молибдена и олова.

Уникальной особенностью исследований в Музее земледования является то, что в них объединены методы численного и физического моделирования геодинамических процессов. Такой подход позволяет комплексно решать научные задачи.

Развитие новых методов, прежде всего, сейсмической томографии и экспериментальной петрографии, изучение океанических глубин с помощью глубоководных обитаемых аппаратов ежегодно приносит немало новых открытий, дающих новые перспективы дальнейшего развития теории тектоники литосферных плит и позволяющих надеяться на то, что в недалёком будущем будут сформулированы основные положения новой более общей теории глобальной эволюции Земли, предпосылки которой разработаны в Музее земледования и в Институте океанологии РАН О.Г. Сорохтиным и С.А. Ушаковым и опубликованы в фундаментальных монографиях «Глобальная эволюция Земли» (1991) и «Развитие Земли» (2002).

Авторы выражают искреннюю благодарность А.Н. Филаретовой за помощь в оформлении рукописи и К.А. Скрипко за полезные советы и рекомендации.