**Введение**

Различные науки о Земле достигли уже такого уровня, когда становится все более актуальной задача рассмотрения всей нашей планеты в целом.

Земля входит в состав системы, где центром является Солнце, в котором заключено 99,87% массы всей системы. Характерной особенностью всех планет Солнечной системы является их оболочечное строение: каждая планета состоит из ряда концентрических сфер, различающихся составом и

состоянием вещества. Земля и окружающая ее среда сформировались в результате закономерного развития всей Солнечной системы. Около 4,7 млрд. лет назад из рассеянного в протосолнечной системе газопылеватого вещества образовалась планета Земля. Как и другие планеты, Земля получает энергию от Солнца, достигающую земной поверхности в виде электромагнитного излучения. Солнечное тепло — одно из главных слагаемых климата Земли, основа для развития многих геологических процессов. Огромный тепловой поток исходит и из глубины Земли. По новейшим данным масса Земли составляет 5,98 • 1021 т, объем - 1,083-1012 км3, площадь поверхности ~ 510 млн. км2. Размеры, а следовательно, и все природные ресурсы нашей планеты ограничены.

Форма Земли близка к шару, сплюснутому у полюсов. Такую форму называют сфероидом. Средний радиус 3емли равен 6371 км, при этом экваториальный радиус составляет 6378 км, а полярный—6357 км. В связи с тем, что земная поверхность усложнена глубокими океаническими впадинами и высокими горными хребтами, эту истинную, присущую только Земле форму, назвали геоидом*.*

На основании изучения характера распространения сейсмических волн, определения массы и плотности Земли, распределения водного и воздушного пространства установлено, что наша планета имеет неоднородное строение и так же, как другие планеты Солнечной системы, состоит из концентрических оболочек (геосфер) — внутренних и внешних.

К внутренним геосферам относятся: ядро, мантия и литосфера, к внешним - магнитосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера*.*

Одним из самых важных элементов будущей теории Земли, несомненно, явится сложная проблема взаимодействия друг с другом различных геосфер.

**Представления о геосферах в классической науке**

Оболочечное строение Земли было установлено в глубокой древности. В виде эмпирического обобщения этот факт выступал уже в античной науке, а более отчетливое выражение он нашел в концепциях Р. Декарта, Г. Лейбница, Ж. Бюффона, А. Гумбольдта, Э. Зюсса и др. Зюсс явился создателем классической теории оболочечного строения Земли в той общей форме, которая легла в основу дальнейшего развития наук о Земле. В. И. Вернадский стал теоретиком современного, отчасти уже неклассического учения о таксономии, структуре, строении и взаимодействии геооболочек и геосфер как атрибутивных компонентов Земли. До настоящего времени основой геосферной проблематики остается разработка таксономии геосфер и оболочек, которая составляет контур всего геономического знания. Проведенная попытка таксономии геосфер и оболочек (Круть, 1973) показала исключительную ее сложность и трудность для восприятия. В предлагаемом изложении мы подойдем к той же проблеме двумя путями — историческим в этой главе и систематическим в следующих главах.

Геосферами будем называть главные компоненты и элементы Земли как целостной системы (соответственно и ряда других планетных тел), которые выделяются на разных уровнях ее организации. Геосферы представляют собой концентрические тела, частично образующие оболочечную структуру — геооболочки. В их пределах интегрально и дифференциально взаимодействуют геофизические, геохимические, геологические, географические и биологические объекты. В принимаемом значении геосферы это — тела-системы, а не просто области распространения, что часто смешивается.

Оболочечная структура мира нашла отражение во многих мифах древности, в которых Земля и Космос рассматривались в единой системе. Сходные мотивы этого рода проходят в сказаниях Индии, Китая, Вавилона, Египта и др. По древнегреческой космологии из первоначального Хаоса организуются Земля и Небо, в зияющей пустоте между которыми возникают различные природные объекты, включая органический мир.

В натурфилософии Анаксимандра (VI в. до н. э.) сферическую структуру образуют земля, вода, воздушный слой, огненная сфера. В гераклитовской динамической картине мира сферы циклически взаимопревращаются в круговороте циклического года. Не менее древнее пифагорейское учение о шарообразной Земле и гармонии небесных сфер детализируется Парменидом в виде сложной системы концентрических венцов. У Анаксагора, Эмпедокла, Левкиппа, Демокрита (V в. до н. э.) прослеживаются представления о происхождении главных сфер из атомного вихря. Платон (IV в. до н. э.) рассматривает Космос как живое целое, главные элементы-стихии которого (огонь, земля, вода, воздух) характеризуются специфическими формами и сложными пространственными отношениями; так, огненная сфера пронизывает небо и землю в виде светового столпа.

Аристотель ищет причину сферической структуры Земли и ее окружения в стремлении каждой из четырех стихий к «естественному месту» (о занявшей высшее положение сфере огня сохранилась память в слове «эмпйрейский», употреблявшемся поэтами многих веков); он добавляет также пятую сферу-субстанцию, которая проникает все другие, — эфир. Аристотелевская концепция внешних сфер нашла продолжение в расходящихся направлениях: 1) александрийской астрономии при установлении сфер вращения небесных тел (III в. до н. э.— II в. н. э.) и 2) неоплатонических умозрениях об идеальных сферах и эманациях мировой иерархии (III—VI вв.). Древнегреческие представления развиваются в представлениях римских авторов I в. до н. э. — I в. н. э. о слоистом распределении водных, воздушных и огненных субстанций внутри Земли и над ее поверхностью (Лукреций, Сенека, Плиний Ст.).

Искания последующих мыслителей — христианских, а также арабских — не дали нового знания о природных сферах, хотя в средневековой картине мира, а затем в натурфилософии Возрождения конструировались иерархические сферы земного и небесного бытия. Существенным результатом было, однако, бесспорное подтверждение сферичности Земли и ее главных оболочек Великими географическими открытиями в XV—XVI вв.

Так компонентом мифологического, религиозного и натурфилософского миропонимания стал во многом эмпирический вывод о наличии и взаимодействии главных геосфер: твердой Земли («террасферы»), жидкой и воздушной оболочек (гидросферы и атмосферы), а также огненной сферы (гипотетического прообраза ионосферы). Вещественные сферы, различающиеся по преобладающему агрегатному состоянию, проникаются эфиром (предвосхищение полевой материальной субстанции). Можно даже вольно интерпретировать платоновский «световой столп» как догадку об электромагнитосфере, а аристотелевское тяготение к «естественному месту» — о грависфере. Вещественные геосферы, различающиеся по агрегатному состоянию вещества, включают в себя участки друг друга. Идея геосфер оказалась перспективной для астрономии и географии, а также стимулировала дальнее мореплавание, в свою очередь подтверждаясь им. Сферическая структура Земли, установленная в предыстории нового естествознания, становится для него одной из руководящих идей. Проблема геосфер, исходящая уже из коперниковского гелиоцентризма, решается на взаимопересекающихся путях, во-первых, экспериментально-математической механики и физики и, во-вторых, натуралистского описательного знания, в том числе географического.

Первая научная революция XVII в. знаменуется обоснованием классической теории гравитационного поля Земли, начатым Г. Галилеем (с 1589 г.) и завершенным И. Ньютоном (1723 г.). Земное тяготение включается в систему Всемирного тяготения и суммирует тяготения отдельных земных тел; устанавливается сфероид вращения твердой Земли и предполагается первоначально расплавленное ее состояние; вслед за И. Кеплером (1609 г.) объясняются приливы и отливы в водной оболочке, которые еще с античности коррелировались с перемещениями в системе Земля — Луна. Классическая механика выявляет свойства воздушной оболочки — давление, упругость, термику (Э. Торричели, 1644 г.; Б. Паскаль, 1648 г.; Р. Бойль, 1680 г.; Э. Марриот, 1676 г.). Уже широко употребляется термин «атмосфера».

«Индуктивной» науке принадлежало также открытие магнитного поля Земли, рассмотренной В. Гильбертом (1600 г.) как «большой магнит» (ранее ориентацию компасной стрелки объясняли притяжением звезд или магнетитовых залежей). Гильберт различал плотное магнитное ядро Земли и ее приповерхностную разнородную кору, «изменяющуюся в соседстве с воздухом и водами, светом и влиянием звезд. Магнитный компас, использовавшийся со средневековья для навигации, становится также средством картографирования (Э. Галлей, 1701 г.).

Другое, во многом «дедуктивное» и натурфилософское направление отличалось далеко идущей экстраполяцией эмпирических данных. Вихревая космогония Р. Декарта (1644 г.) полагала последовательное образование оболочечной структуры Земли, в которой ныне выделяются «огненное» (по смыслу скорее плазменное) ядро, его плотная оболочка, внутренняя «металлическая» оболочка, раздробленная поверхностная кора, водная и воздушная оболочки. В многочисленных «теориях Земли» (А. Кирхер, 1664 г.; Г. Лейбниц, 1699 г.; В. Уайстон, 1696 г.; Р. Гук, 1705 г.) становятся господствующими представления о центральном огне и неоднократно обрушающейся коре. В некоторых концепциях отводится значительная роль внутренним водам (М. Стеной, 1669 г.; Т. Бёрнет, 1689 г.; особенно Дж. Вудворд, 1695 г.).

В эпоху естественнонаучной систематизации и натуралистских синтезов XVIII в. успехи физико-механического изучения геосфер сравнительно скромны. А. Клеро (1743 г.), рассчитывая фигуру твердой Земли, учитывал возможность концентрических слоев с различной плотностью. Активны исследования атмосферы (О. Соссюр, Э. Дарвин, Ж. Гей-Люссак и др.), в результате которых выявился ее нижний, более плотный слой. Открывается природное электричество — у минералов (К. Линней, 1747 г.), атмосферы (Б. Франклин, 1773 г.), животных (Л. Гальвани, 1791 г.). Во второй половине века Т. Кларе де Флерье обобщил представление о Мировом океане как о единой геооболочке. Согласно естественноистори-ческим концепциям Ж. Бюффона (1749, 1778 гг.), И. Канта (1755 г.), отчасти П.С. Палласа (1777 г.), первично или вторично расплавленная внутренность Земли ныне уже застыла; водная и воздушная оболочки явились итогом дифференциации космического и земного вещества; впоследствии сформировалась сфера организмов (прообраз биосферы) и, наконец, человечество. Идею органической оболочки высказывали Вудворд, Бюффон, а позднее Вик дАзир (1786 г.) и Ж. Ламарк.

Геологические концепции расходились в оценке доминирующей роли во внутренних и приповерхностных процессах либо воды (И. Шейхцер, 1731 г.; Бюффон), либо расплавленного вещества (Ж. Мелле, 1748 г.; А. Моро, 1740 г.). К концу века дивергенция идей привела к противоборству нептунизма (школа А. Вернера) и плутонизма (школа Дж. Геттона), которыми различно объяснялся генезис установленных к тому времени подразделений земной коры: кристаллической и вышележащей осадочной оболочек. Доступный полевому наблюдению стратифицированный разрез коры стал изучаться на уровнях минералов — горных пород — геологических формаций; но соответственное усложнение структуры геосфер не было осознано.

В дифференцированном естествознании XIX в., когда описательные и «точные» исследования сблизились, связующим звеном идей о геосферах выступили кантовская космогония и небулярная геогения П. Лапласа (1796 г.). Исходная мысль лапласовской концепции была подсказана опытом X. Гюйгенса с вращающимися глиняными шарами. С новой геогенией согласовалась выдвинутая Э. Ф. Хладни (1794 г.) метеоритная модель Земли, объединившая представления астрономии, геологии, химии; возникло предположение о металлическом, скорее всего железном, составе ядра Земли (Г. Штеффенс, 1801 г.; К. Шмидер, 1802 г.; К. Гофф, 1824 г.). Канто-лапласовская космогония способствовала распространению в качестве основы объяснения геологических процессов гипотезы флюидизма, т. е. огненного, жидкого ядра — «пиросферы» (Л. Бух, 1818 г.; А. Гумбольдт, 1823 г.; Л. Эли де Бомон, 1829 г.; Д. И. Соколов, 1839 г.; Э. И. Эйхвальд, 1846 г.; С. С. Куторга, 1858 г.). При этом мнение об обрушении коры сменялось представлением о ее складчатости в результате контракционного процесса. Различные исходные предположения и методы физических расчетов позволяли обосновывать и флюидизм, и противопоставляемый ему ригидизм — гипотезу твердого ядра, причем геологические процессы обычно непосредственно не связывались с глубинным состоянием Земли (А. А. Иовский, 1828 г.; Ч. Ляйелль, 1830 г.; В. Гопкинс, 1839 г.; Пуассон, 1837 г.).

Во второй половине века, когда усиливалось взаимодействие естественных наук, в силу космогонической и геологической простоты и наглядности продолжает доминировать флюидизм в сочетании с контракционистской геотектоникой (Э. Науманн, 1858 г.; Б. Котта, 1866 г.; И. Делоне, 1868 г.; Д. Форбс, 1870 г.; К- Циттель, 1873 г.; Э. Зюсс, 1875 г.; А. А. Иностранцев). В то же время преимущественно физиками обосновывался и ригидизм (В. Томсон, 1867 г.; Ф. Мор, 1868 г.; Ф. А. Бредихин, 1871 г.; Дж. Дарвин, 1879 г.). Выдвигались также представления о жидком или пластичном слое между твердым ядром и корой (Р. Бунзен, 1851 г.; Дж. Дана, 1873 г.; А. Лазо, 1882 г.; И. В. Мушкетов, 1891 г.). Наличие вязкого подкорового слоя (предвосхищения астеносферы) предусматривалось теорией изостазии или гидростатического выравнивания блоков коры (Д. Эри, 1855 г.; Д. Пратт, 1860 г.; Ч. Деттон, 1892 г.). Открытие критического состояния газов породило «побочные» гипотезы газообразного земного ядра (К. Цёппритц, 1882 г.; С. Аррениус, 1900 г.; Ф. Ю. Левинсон-Лессинг,-1902 г.). Предположение о железном составе ядра, вытекавшее из метеоритной модели Земли и расчетов ее плотности, получило наибольшее признание (А. Добре, 1866 г.; С. Менье, 1867 г.; Д. И. Менделеев, 1877 г.). Зародилась сравнительная планетология (Менье и др.) или «астрогеология» (В. В. Лесевич, 1876 г.), уделявшая все большее внимание оболочечным структурам планетных тел.

В классическом естествознании представления о геосферах получают астрономическое, физическое, химическое, геолого-географическое обоснование. Существенно, что гравитационное и магнитное поля Земли рассматриваются обычно не в качестве геосфер, а как свойства вещественных сфер. Вместе с тем открытие такого природного объекта, как электромагнитное поле, а также установление связи земного магнетизма с атмосферным электричеством наводят на предположение о существовании самого внешнего по отношению к вещественным геосферам электропроводящего слоя (К- Гаусс, 1839 г.; У. Томсон, 1860 г.; Б. Стюарт, 1878 г.).

Геосферная проблематика географии, берущая начало в понятии «земноводного шара» Б. Варениуса (XVII в.), оформляется на стыке комплексного космосоведения (Гумбольдт с 1808 г.) и регионального землеведения (К. Риттер с 1804 г.). В первом направлении развертывались идеи о географической зональности и поясности, об «органически живой» оболочке, о почвенном слое (с 70-х гг. школа В. В. Докучаева), или «педиосфере» (педосфере). Вторым направлением развивались представления о географической сфере деятельности человечества (А. Гюйо, 1861 г.; Г. Марш, 1864 г.; Э. Реклю с 1868 г.; Ф. Ратцель с 1882 г.; А. И. Воейков, 1894 г.); в 1902 г. Д. И. Анучин предложил термин «антропосфера». Альтернативными оказались, с одной стороны, мнения о гармонии человека и среды и, с другой — взгляд на разрушающее воздействие общества на природу (Марш, 1866 и др.).

Э. Зюсс (1875, 1909 гг.) противопоставил усиливающейся дифференциации геолого-географических и смежных наук синтетическую концепцию геосфер. Основой концепции были небулярная «горячая» космогония, метеоритная модель химического и минералого-петрографического состава вещества Земли, первые сейсмометрические данные о внутренней ее структуре, а также региональные и исторические геологические обобщения. Твердая Земля, к которой в те времена обычно прилагали термин «геосфера», подразделялась в концепции Зюсса на тяжелую внутреннюю «барисферу» и вышележащую каменную оболочку — «литосферу». Литосфера облекается другими вещественными агрегатными геооболочками — «гидросферой» и атмосферой. Понятие живой оболочки как совокупности всех организмов фиксируется термином «биосфера». Барисфера представляет собой железо-никелевое по составу земное ядро (так называемая нифе), агрегатное состояние которого может быть полностью или частично жидким. В литосфере выделяется два слоя: во-первых, промежуточный между барисферой и корой кремниево-магниевый по химическому составу слой (сима) и, во-вторых, прерывистая и неоднородная легкая земная кора (саль, впоследствии переименованная в сиаль). В верхней части коры выделяется геосфера более высокого порядка — осадочная оболочка коры, или стратисфера. Зюссовская таксономия геосфер явилась итогом и основой дальнейшего развития наук о Земле.

Термин «геосфера» в родовом смысле ввел в 1910 г. Дж. Меррей, который выделил подлитосферный неоднородный пластичный слой — тектосферу. Она лежит на однородной щелочной и металлической твердой центросфере. Меррей писал: «В пределах биосферы, у человека, родилась сфера разума и понимания, и он пытается истолковать и объяснить Космос; мы можем дать этому наименование психосферы».

В итоге классической науки для Земли в целом выделяются вещественные агрегатные геосферы первого порядка: террасфера, гидросфера, атмосфера, а также внешний электрический слой. В качестве геосфер второго порядка в террасфере рассматриваются предполагаемое жидким или твердым земное ядро, промежуточная пластичная оболочка, твердая кора. С агрегатными вещественными геосферами в основном совпадает химическая дифференциация — нифе, сима, сиаль, воды и воздух (смесь газов). Геологическое содержание вкладывается в понятие о литосфере и ее подсистемах, в частности стратисфере. Для приповерхностных геооболочек характерна горизонтальная неоднородность. На стыке литосферы, гидросферы и атмосферы выделяется область географических явлений, в которой выявляются педосфера, биосфера, антропосфера и даже психосфера. Геосферы сложно взаимодействуют и частично взаимопревращаются, а также дифференцируются и интегрируются; но расшифровка этих процессов становится делом последующей геофизики, геохимии, геологии, географии, планетологии, автономизация которых как наук привела к отраслевому расчленению оболочечной проблематики.

**Становление «неклассического» учения о геосферах**

Развитие учения о геосферах в XX в. связано с успехами геофизики и геохимии, которые в эпоху новой научной революции продолжили традиции классической физики и химии, используя также «неклассические» данные о корпускулярно-волновых свойствах полей и частиц, радиоактивности, изотопах и др. Геофизические и геохимические модели Земли стали интерпретироваться в рамках отдельных отраслей геологии и географии, а комплексное обобщение получили в трудах В. И. Вернадского, которыми был подготовлен новый теоретический синтез в учении о геосферах и неклассический подход, проявившийся в более полной мере лишь в эпоху научно-технической революции второй половины нашего века.

В первой половине XX в. основой представлений о геосферах остается преимущественно «горячая» космогония в варианте Д. Джинса (1916 г.); появляется также «планетизимальная» гипотеза, согласно которой разогрев Земли был вторичным процессом (Ф. Мультон, Т. Чемберлин, 1901 г.). Геофизическое исследование геосфер дифференцируется по агрегатным оболочкам: физика земли, физика моря, физика атмосферы. Для расшифровки внутреннего строения Земли главным инструментом становится сейсмометрия. Э. Вихерту (1897 г.) принадлежала первая сейсмическая модель с выделением в подкоровой структуре земного ядра и оболочки (мантии). Эта «двухслойная модель» сменяется «трехслойной», с подразделением мантии на нижнюю и верхнюю (В. Клуссман, 1915 г.). В 1909 г. А. Мохоровичич устанавливает нижнюю сейсмическую границу земной коры — так называемая поверхность Мохо. В 1925 г. «сейсмологическая кора» (по выражению Дж. Гарленда) расчленяется В. Конрадом на «гранитный» и подлежащий «базальтовый» слои (по терминологии Г. Джеффриса, 1926 г.), разделяемые так называемой поверхностью Конрада. Вместе с тем обосновывается представление о наличии в верхней мантии сейсмического волновода («астеносферы», по Дж. Баррелу, 1914 г.), который трактуется как пластичная оболочка, что детально обосновывается Б. Гутенбергом с 1926 г. В сейсмических моделях Г. Джеффриса (с 1924 г.) волновод отсутствует. В 1936 г. И. Леман открыла второе, «внутреннее» ядро Земли, которое, согласно почти общепринятой сейсмической модели К- Бул-лена (40—50 гг.), является твердым, тогда как «внешнее» ядро — жидкое.

Дальнейшее развитие сейсмической картины геосфер связано с детализацией и уточнением этих открытий отчасти путем увязки сейсмических данных с термическими, электромагнитными, гравитационными, радиологическими. В отличие от фундаментальных физических полей сейсмическое поле представляет собой область изменения упругих характеристик вещества, распределения его механических свойств — иными словами, оно является «квазисферой». Данные по квазисферам — сейсмической, термической, барической — в сочетании с характеристиками сфер фундаментальных полей — гравитационного, электромагнитного, радиоактивного — становятся источником сведений об агрегатных и фазовых состояниях глубинных вещественных геосфер. Так, например, А. Ф. Капустинским (1956 г.) обосновывалась гипотеза наличия в земном ядре ядерной плазмы; предшественниками Капустинского в этом были Н. А. Морозов, В. Н. Лодочников, отчасти В. Рамзей.

Геохимическая интерпретация состава геосфер, проводившаяся параллельно с построением геофизических схем, связывалась либо с признанием метеоритной аналогии (Ф. Кларк, 1908 г.; Г. Вашингтон, 1925 г.), либо с отрицанием таковой (Вернадский, 1909 г.; Г. Линк, 1924 г.). Стали разрабатываться физико-химические модели процессов дифференциации оболочек (В. Гольдшмидт, 1922 г.; Г. Тамман, 1928 г.; П. Ниггли, 1928 г.). Согласно Гольдшмидту, Земля расслоилась по атомным объемам на сидерофильное ядро, халькофильную и литофильную оболочки, атмосферу; Ниггли отрицал концентрацию сульфидов в виде промежуточного слоя. Проявляется тенденция взаимоувязки геохимии геосфер с космохимическими процессами (П. Н. Чирвинский, 1919 г.; А. Е. Ферсман, 1923 г.). Возникает проблема послойного распределения радиоактивных элементов, от чего зависит термическая история Земли (Д. Джоли, 1929 г.; А. Холмс, 1931 г.; В. И. Вернадский, 1934 г.; В. В. Белоусов, 1943 г.). Геохимические модели получают минералогические и петрографические интерпретации состава геосфер, особенно для коры и верхней мантии (Р. Дели, 1914 г.; Н. Боуэн, 1928 г.; В. Н. Лодочников, 1939 г.; П. Эскола, 1946 г.).

Геотектонические концепции основывались на геологических обобщениях и моделях физических геосфер, менее учитывая геохимические их трактовки. Поэтому и контракционная гипотеза долго оставалась наиболее распространенной. В связи с гипотезой изостазии возник тектонический мобилизм: представление о дрейфе материков, плавающих в вязком подкоровом слое (Ф. Тейлор, 1910 г.; А. Вегенер, 1915 г.; А. Дю-Тойт, 1937 г.). Потребность объяснения тектонических процессов вызвала предположения о горизонтальной неоднородности глубинных геосфер и о конвекционных течениях в них (О. Апмферер, 1906 г.; К. Андре, 1914 г.; Р. Швиннер, 1920 г.; Э. Хаарман, 1930 г.; А. Холмс, 1931 г.; Б. и С. Виллисы, 1941 г.). Эмпирическое геоформационное, петрографическое и минералогическое исследование стратисферы и подстилающей ее кристаллической «гранитно-метаморфической» оболочки проводилось в связи с прогнозами, поисками и разведками полезных ископаемых. Практическими потребностями обусловливались исследования почвенной оболочки.

Гидросфера, целостное понимание которой обосновывалось лишь некоторыми учеными (Дж. Меррей, 1910 г.; Вернадский, 1933—1936 гг.), становится объектом раздельно развивающихся наук: океанологии, гидрологии суши, гидрогеологии; обособляются также геокриология — наука о слое мерзлых грунтов, или так называемой вечной мерзлоте, а также гляциология и снеговедение — науки о ледовом и снежном покровах. Комплексный характер приобрели исследования атмосферы метеорологией и климатологией. Высотным зондированием было установлено термобарическое разделение атмосферы на тропосферу и стратосферу (Л. Тейсеран де Бор, 1906 г.), а с 20-х гг. выделена вышележащая мезосфера (В. И. Виткевич, Г. Добсон). Открытие радио привело в 1902 г. к установлению ионосферы (А. Кеннели, О. Хевисайд), сложная структура и состав которой стали расшифровываться с 20-х гг. (М. В. Шулейкин, С. Чепмен).

В 1910 г. П. И. Броунов обосновывает представление о комплексной земной оболочке — объекте общей физической географии. Эта геооболочка получила название географической оболочки (А. А. Григорьев, 1932 г.; С. В. Калесник, 1940 г.). В концепции географической оболочки, развивавшейся Григорьевым, главное значение придавалось климатическому фактору, тогда как при изучении примерно того же объекта Вернадский делал акцент на биогенные факторы. По пути обоснования ландшафтной геооболочки шли исследования 3. Пассарге (с 1908 г.) и Л. С. Берга (с 1913 г.). Существовавший разрыв между целостным геосферным подходом и регионально-ландшафтным изучением географической оболочки стал «заполняться» разработкой таксономической иерархии подсистем этой геооболочки (Пассарге, 1933 г.; Л. Г. Раменский, 1938 г.; Калесник); трудности при этом возникали в установлении соотношений зональных и азональных геосистем. Развивается также более широкая концепция географической сферы, объединяющей в одной системе природные и общественные явления («земная оболочка» А. Геттнера и Р. Хартшорна; «геосфера» Г. Кароля).

Новый синтез оболочечной концепции Земли принадлежал В. И. Вернадскому (1924, 1926, 1944 гг.). Он писал: «Некоторые формы нахождения элементов — магмы, рассеяния, молекулы и кристаллы (минералы), живые вещества — не могут быть сведены ни к фазам, ни к химическому элементарному составу вещества, а между тем они характеризуют особые геосферы. Такие геосферы, или оболочки (как, например, биосфера), научно установлены как особые системы динамических равновесий таким огромным количеством эмпирических фактов, что они ни в коем случае не могут быть оставлены без внимания». Вернадским различаются геосферы, выделяемые по одному особому параметру (термодинамические, фазовые, энергетические и др.), а также земные оболочки второго рода, которые являются многокомпонентными системами, охватывающими несколько геосфер первого рода. К оболочкам второго рода относятся «земная кора» (геологическая оболочка) и биосфера, понимаемая (в отличие от Зюсса) как система косного и «живого» вещества. Оболочки второго рода являются «парагенетическими» геосферами; для них характерны не физико-механические свойства, а организованность и саморазвитие. Так, биосфера как целостная совокупность автономных гео и биосистем обладает полем внутреннего динамического равновесия, тогда как термодинамическое поле определяет лишь область существования биосферы и ее подсистем. Земная кора, включающая гранитную, метаморфическую, осадочную оболочки, а также ландшафтную оболочку («геохору» — термин Л. С. Берга), гидросферу и тропосферу, рассматривается не традиционно — как кора застывания, а в качестве сложноорганизованной геологической системы.

Развернуто излагает Вернадский теорию биосферы, гидросферы и геохимических оболочек. Земная кора рассматривается в качестве «былых биосфер». Особенное значение придается связи геосфер с Космосом, их симметрии и диссимметрии, а также пространственно-временным последовательностям и пересечениям. Концепция геосфер включает неклассические представления о различных состояниях пространства и времени. В. И. Вернадский обосновывает понятие о новом специфическом состоянии (стадии) биосферы — о сфере разума, или «ноосфере» (термин введен в 1927 г. Е. Ле Руа и Тейяр де Шарденом в связи с парижскими лекциями Вернадского о биосфере). Вернадский подчеркивал научное своеобразие понятия ноосферы: «В нашем построении окружающей природы у нас нет, казалось бы, места для человеческого разума как геологической силы, так как он не является формой энергии». Синтез Вернадского на долгие годы остается единственным в учении о геосферах.

**Современная концепция геосфер**

С середины нашего века, несмотря на дальнейшую дифференциацию естествознания, взаимодействие наук при изучении геосфер усилилось, при этом активнее стали пересматриваться классические представления. «Горячие» космогонии, подвергнутые радикальной критике (В. И, Вернадский; Г. Рессел, 1935 г.; Н. Н. Парийский, 1946 г.), уступают место «холодным» космогониям в планетизимальном и небулярном вариантах (О. Ю. Шмидт, 1943 г.; Дж. Коппер, 1949 г.; В. Г. Фесенков, 1960 г.) с учетом также космохимических и электромагнитных процессов (Г. Юри, 1952 г.; X. Альвен, 1958 г.; Ф. Хойл, 1960 г.); тем самым проблема происхождения и развития геосфер получает более разнообразные пути решения.

Согласно господствующим ныне представлениям, Земля возникла из рассеянного околосолнечного газово-пылевого вещества, состоящего из всех химических элементов, и претерпела постепенный разогрев за счет радиоактивности, в процессе чего дифференцировались геосферы. По распространенной гипотезе А. П. Виноградова (с 1959 г.), основывающейся на хондритовой модели Земли, в результате «зонной плавки» из мантии образовалась легкая земная кора, а также в процессе дегазации — гидросфера и атмосфера. Представления о горизонтальной неоднородности всех геосфер, а также об их динамичности и эволюции стали господствующими. Вместе с тем метеоритная модель по-прежнему подвергается критике; защищаются также представления о контракционном сжатии и о невозможности конвективных перемещений (Г. Джеффрис, 1970 г. и др.).

Геофизическое, геохимическое и геологическое «открытие» Луны и зондирование других планетных тел позволили приступить к построению моделей их геосфер, но не дали пока однозначных ответов на коренные вопросы структуры и состава внутренних оболочек планет земного типа.

«Неклассические» теории гравитационного поля позволили трактовать «грависферу» (термин Р. М. Деменицкой, 1967 г.) как естественное земное тело, взаимодействующее с другими гравитационными полями Космоса (П. Йордан, 1955 г.; Р. Дикке, 1961 г.; С. С. Николаев, 1960 г.; Г. Ф. Лунгерсгаузен, 1963 г.). С динамикой грависферы стали увязываться планетарные структуры Земли (М. В. Стовас, 1951 г.; Э. Краус, 1959 г.;Б.Л.Личков, 1960 г., и др.). Геогрависфера, определяющая сферическую симметрию всех геосфер, исследуется астрономией, геофизикой, геодезией, геологией. Устанавливаются эквипотенциальные или уровневые поверхности гравитационного поля (наиболее внешняя около миллиона километров от центра Земли), которыми разграничиваются гравитационные оболочки более высоких порядков — геоида и др. Рассчитывается фигура планеты и распределение плотностей (Г. Джеффрис, 1952 г.; К. Буллен, 1953 г.) и уточняются теории приливов (Н. Н. Парийский, 1963 г.) и изостазии.

Если взаимосвязь грависферы с вещественными массами Земли и Луны сравнительно проста, то сложнее взаимодействия вещественных геосфер с геоэлектромагнитосферой, которая с развитием квантовой теории поля признается как целостное естественное тело. Электромагнитосфера с ее разномасштабными и быстро меняющимися подсистемами и компонентами находится в весьма сложном активном взаимодействии с электромагнитными полями Солнечной системы. Электромагнитосфера, локально, в виде «хвоста», выходящая за пределы грависферы, обладает по сравнению с последней менее выраженной центральной симметрией. Происхождение, динамику и структуру электромагнитосферы связывают с гипотетическими перемещениями вещества в ядре Земли (так называемая динамотеория — В. Эльзассер, 1939 г.; Э. Буллард, 1950 г.). Заметим, что объяснение наблюдаемых вариаций поля гипотетическим механизмом приводит к некоторому логическому кругу, поскольку само существование механизма выводится из наблюдаемых вариаций. Подобная теоретическая «самоиндукция», легкоуязвимая для формально-логической критики, распространена в науках о Земле и часто оправдывается.

Данные по электромагнитосфере, как и грависфере, служат индикатором внешних и внутренних вещественных геосфер. Верхняя подсистема электромагнитосферы, не вполне точно именуемая магнитосферой, открыта и исследована ракетным и спутниковым зондированием; к ее внешней стороне (около 80 тыс. км от центра Земли) приурочена переходная область околоземной и солнечной плазмы — магнитопауза. Ионосферная плазма образует первую сверху вещественную агрегатную геосферу. К ионосфере и частично перекрывающим ее внешним зонам атмосферы приурочены радиационные поясы Земли (Дж. Ван Аллен, Л. А. Франк, С. Н. Вернов, А. Е. Чудаков). В атмосфере — второй агрегатной вещественной геооболочке — по термическим данным выделяются верхние слои: сначала термосфера (с 1952 г.), а затем вышележащая экзосфера (конец 50-х — начало 60-х гг.). Эти слои из-за неоднородности состава объединяются под названием гетеросферы, а все нижележащие воздушные слои — гомосферы.

В гетеросфере содержатся примитивные газообразные минералы, которые в гомосфере, начиная с мезосферы, образуют ассоциации газовых минералов, эквивалентные уже горнопородному уровню. В нижних слоях стратосферы и в тропосфере метеорологией и климатологией изучаются более сложно организованные водно-воздушные геосистемы, близкие по уровню организации естественным телам типа геоформаций. Примерно на тех же уровнях (минеральном, горнопородном, геоформационном) организовано вещество третьей агрегатной оболочки — гидросферы, целостное представление о которой вслед за Вернадским развивает Б. Л. Личков (1960 г.). Преимущественно же гидросфера исследуется по оболочкам и подсистемам высоких порядков — Мировому океану (океаносфере, по В. Н. Степанову, 1974) и его слоям и зонам, пресным и соленым водам суши, мерзлотной, ледовой и снежной оболочкам, подземным и атмосферным водам и др. Тесно взаимодействующие атмосфера и гидросфера дифференцируются на взаимосвязанные географические и климатические подсистемы. С точки зрения геофизического синтеза существенно установление слоев пониженной скорости сейсмических волн (волноводов) в атмосфере, гидросфере и террасфере (Б. Гутенберг, 1960 г.).

Основой интеграции представлений о «твердой» Земле— террасфере — по-прежнему являются данные сейсмометрии, затем гравиметрии, магнитометрии и электрометрии, термометрии, а также геохимические и минералого-петрографические экстраполяции, геолого-тектонические гипотезы. Структурный каркас террасферы, намеченный ранее сейсмическими моделями Б. Гутенберга — К. Буллена, детализируется и по-разному интерпретируется с применением ЭВМ. Исходным эмпирическим репером служит вещество земной и лунной коры, а также метеоритов.

В 40—50-х гг. обосновывается горизонтальная неоднородность земной коры (оболочки А) по континентальному и океаническому ее типам (Е. Ф. Саваренский, 1940 г.; Г. А. Гамбурцев, 1954 г.; М. Юинг и Ф. Пресс, 1955 г.). Континентальная кора глубиной до 35—60 км образована стратисферой и подстилающими слоями — гранитно-метаморфическим и нижележащим «базальтовым», предположительно гранулито-базитовым. Океаническая кора мощностью 4—8 км лишена «гранитного» слоя и состоит из слоя неконсолидированных осадков, подстилающего их базальтового «вулканического» слоя, а также нижележащего «базальтового» слоя, по-видимому аналогичного таковому в континентальной коре. Дискутируется природа границы Мохо, которая может быть либо фазовой, либо химической, либо той или иной в разных местах. Разделу Мохо уже не придается решающего геологического значения, хотя возможно, что ниже его не распространяется геоформационная дифференциация литосферы.

Мантию Земли образуют слои В (распространяющийся примерно до глубины 400 км от поверхности террасферы), С (до 1000 км) и Д (до 2900 км). Так называемый слой Гутенберга (В) включает астеносферу, находящуюся на глубинах 100—250 км под материками и 50—400 км под океанами. Фазовое состояние вещества астеносферы предполагается аморфным, возможно расплавленным (В. А. Магницкий). В отличие от вышележащей литосферы (отвечающей зюссовской сиали) астеносфере приписываются свойства симатической оболочки. Минералого-петрографический состав слоя В остается гипотетичным. Полагают, что в случае фазовой природы Мохо этот слой может быть эклогитовым, или ультрабазитовым (так называемым пиролитовым, по А. Рингвуду). Состав слоя В может быть различным и регионально, и по слоям высоких порядков; так, по С. М. Стишову, граница Мохо под океанами разделяет базальтовые породы от перидотитовых, а под континентами отвечает фазовому переходу базальтов в эклогиты. Если представления о геоформационной организации не выходят за слой А, а о горнопородной организации сколько-нибудь убедительны для слоя В, то соображения о составе нижележащих слоев касаются уже лишь минерально-химической организации. В так называемом слое Голицына (С), также включаемом в верхнюю мантию, возможен переход оливинов в шпинели (Дж. Бернал, 1936 г.; А. Рингвуд, 1958 г.), а также пироксенов в гранат (А. Рингвуд и Д. Грин). Еще глубже предполагается распадение силикатов на окислы (Ф. Берч, В. А. Магницкий) и преобразование породообразующих минералов в однородный твердый раствор. Так в соответствии с глубиной гипотезы горнопородного состава сменяются гипотезами минерального, а затем уже только химического состава.

Нижняя мантия (слой Д) предполагается структурно однородной и состоящей из смеси окислов магния, алюминия, кремния, титана, железа (В. А. Магницкий, А. П. Виноградов); ее сейсмическая граница с ядром наиболее резка. Земное ядро разделяется на условно «жидкий» внешний слой (до глубины 5 тыс. км) и твердую внутреннюю сферу (до 6371 км). Экспериментальное моделирование не противоречит гипотезе железного состава ядра (Ф. Берч, 1966 г.), но убедительно не опровергает представления о металлизации силикатов в нем (Лодочников, Рамзай). Так гипотетически решается проблема нижнего распространения земного вещества различных уровней с последовательным исчезновением геоформационной, горнопородной, даже минеральной организации вплоть до возможного «вырожденного» химизма (по Капустинскому). По всей вероятности, эта организационная «деградация» вещества с глубиной отвечает ретроспекции эволюции земного вещества.

Структурно-вещественная картина «твердых» геосфер дополняется представлениями об их взаимодействиях и глобальной динамике. Уже в 50-х гг. начавшееся массированное изучение дна океанов установило планетарную систему срединно-океанических хребтов и рифтовых долин, к осевым зонам которых приурочены наибольшие значения теплового потока. Неожиданно тепловой поток оказался примерно равным на континентах и океанах (Е. Буллард, с 1956 г.). Это обстоятельство объясняют концентрацией радиоактивных элементов под поверхностью материков и рассредоточением их по всему разрезу мантии под океанами. Поднятые донным драгированием в рифтовых зонах обломки ультраосновных пород стали трактовать как вещество верхней мантии (Г. Хесс, А. П. Виноградов, А. Рингвуд). В 1962 г. Г. Хесс предположил новообразование океанической коры в зонах срединно-океанических хребтов путем раздвижения морского дна в рифтовых долинах, которое сопровождается проникновением в них мантийного вещества. С гипотезой спрединга были скоррелированы вновь открытые полосовые магнитные аномалии океанических областей (Ф. Вайн и Д. Мэтьюз, 1963 г.). Все это стало обоснованием для неомобилистской гипотезы глобальной тектоники литосферных плит (Д. Маккензи и Р. Паркер, 1967 г.; Кс. Ле Пишон, 1968 г.; В. Морган, 1968 г.), согласно которой происходит активное взаимодействие коры и мантии. Если, по мобилистской концепции Вегенера, сиалические континентальные глыбы («гранитный слой») плавают по тяжелой симе («базальтовому слою»), то, согласно неомобилизму, дрейфующие плиты, включающие не только континенты, но и смежные участки океанов, перемещаются по астеносфере.

Предполагается, что, зарождаясь вдоль срединных хребтов, плиты «всасываются» в мантию под островными дугами и окраинами континентов в так называемых зонах Беньофа. Механизм движения плит может быть вызван конвекционными течениями в мантии (А. Холмс, с 1920 г.), причем размер ячей круговорота вещества рассчитывается по-разному. Существуют гипотезы соскальзывания плит в результате гравитационной неустойчивости (Р. Ван Беммелен) или «растекания» вещества плит при изостазии (Е. В. Артюшков). По одним представлениям, областью питания земной коры веществом мантии является астеносфера, а по другим — подастеносферный слой мантии (А. П. Виноградов) или даже низы нижней мантии. В 60—70-х гг. выдвигается предположение о непосредственных проявлениях мантийного вещества на поверхности континентов в виде альпинотипных гипербазитов (А. В. Пейве). Гранатсодержащие перидотиты из ксенолитов в кимберлитах рассматриваются даже как подастеносферные породы.

Неомобилистские гипотезы подвергаются критике (Г. Джеффрис, 1970 г.; П. Уиссон, 1962 г.; А. и Г. Мейерхофы, 1972 г.); им противостоят гипотезы постоянства материков и океанов — фиксизма (В. В. Белоусов, 1970 г.); оспаривается даже факт разнородности континентальной и земной коры (Г. Д. Афанасьев, 1970 г.). Тем более дискуссионными остаются модели состава, структуры, динамики и эволюции глубинных геосфер. Делаются попытки увязать неомобилизм с учением о геосинклиналях и платформах. Выдвигается представление об области активных геотектонических процессов — тектоносфере (Р. Ван Беммелен, 1956 г.; В. В. Белоусов, 1965 г.), которая распространяется вниз до очагов глубокофокусных землетрясений (около 700 км).

**Заключение**

Итак, картина геосфер как компонентов Земли на разных уровнях ее организации являет полииерархическую, развивающуюся и отчасти саморегулирующуюся систему. Если образование физических геосфер (полевых и вещественных, агрегатных и фазовых) обусловлено в основном космическими факторами, в том числе геогенией, то возрастание организации геосистем, формирующее «надфизические», а затем и «надвещественные» геосферы и усложняющее взаимодействия всех оболочек, является преимущественно земным процессом. Организация геосфер усложняется в направлениях «сверху» и «снизу». Эндогенный «организационный поток» идет от центра Земли (прямая иерархия), а экзогенный — со стороны Космоса (контриерархия). Концентрическая шаровая симметрия планеты осложняется этими встречными организационными процессами, ведущими к образованию интегративных геосфер, которые тяготеют к осевой сферической поверхности геоида. По отношению к последней проявляется криволинейная билатеральная симметрия размещения геооболочек. Еще более осложняется симметрическая структура региональной и горизонтальной диссимметрией. Эти структурно-симметрические закономерности проявляются уже на уровнях геофизических и более явны при переходе к геохимическим оболочкам: химическая организация, отсутствующая во внешних полевых геосферах и, возможно, «вырожденная» в центре Земли, наиболее усложняется в приповерхностной зоне террасферы и сразу над ней.

Интегративная геосистемная, или геологическая, оболочка с «надхимической» организацией вещества расположена между глубинными и внешними геосферами, в которых нет минералов. Снизу и сверху в ней последовательно появляются минеральная, горнопородная, геоформационная оболочки, а в осевой зоне развиты «надвещественные» сферы тектонической, стратиграфической, географической организаций, объемлемых понятием «земная кора», по Вернадскому.

К интегративным геосферам относится также антропосфера, наложенная на биосферу, биогеосферу, географическую и геологическую оболочки; в связи с ней обосновываются понятия психосферы, социосферы (Ю. К. Ефремов, 1959 г.), техносферы (С. В. Калесник), ноосферы и др.

Современные представления об интегративных геосферах все сильнее делают акцент на экологических аспектах. Таксономия геосфер становится одной из основ достаточно полной и эффективной теории взаимодействия природы и общества.

**Список использованной литературы:**

1. Будыко М.И. Глобальная экология. – 1977.

2. Иоганзен Б.Г. Организм и среда. – Кемерово, 1991.

3. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ростов-на-

Дону, 2003.

4. Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы. –

Л.: Издательство ЛГУ, 1979.

5. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. – М.:

Гранд, 2003.

6. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986.

7. Степановских А.С. Общая экология. – Курган «Зауралье»,

1999.

8. Степановских А.С. Прикладная экология. – М.: Юнити, 2003.

9. Уразаев Н.А. Сельскохозяйственная экология. – М.: Высш.

шк., 2000.

10. Шилов И.А. Экология. – М.: Высш. шк., 2001.