А. О. ОГНЕВ

ГЛАВА I. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ

		Стр.
1.	Системный подход в науках о Земле	1
1.1.	Общие положения системного подхода	1
1.2.	Системный подход к классификации наук о Земле	
1.2.1.	Основные принципы и критерии классификации наук о Земле	3
1.2.2.	Система интегрирующих наук о Земле	17
1.3.	Системный подход в исследовании геологических тел	33
1.3.1.	Геологические тела как геологические системы	33
1.3.2.	Геофизические системы	
1.3.3.	Системный подход в классификации геологических тел	
	Литература	43

Системный подход в науках о Земле

1.1. Общие положения системного подхода.

Системный подход представляет собой совокупность методов и средств, позволяющих исследовать свойства, структуру и функции объектов, явлений или процессов в целом, представив их в качестве систем со всеми сложными межэлементными взаимосвязями, взаимовлиянием элементов на систему и на окружающую среду, а также влиянием самой системы на её структурные элементы.

Системный подход при исследовании любого сложного объекта, явления или процесса базируется на их целостном видении. Главной особенностью системного подхода является наличие доминирующей роли целого над частным, сложного - над простым. Поэтому, в отличие от традиционного подхода, когда мысль движется от простого к сложному, от части к целому, от элемента к системе, в системном подходе, наоборот, мысль движется от целого к составным частям, от системы к элементам, от сложного к простому.

Системный подход представляет совокупность взаимосвязанных аспектов исследования систем:

- системно-элементного, отвечающего на вопрос, из чего (каких компонентов) образована система;
- системно-структурного, раскрывающего внутреннюю организацию системы, способ взаимодействия образующих её компонентов;
- системно-функционального, показывающего, какие функции выполняет система и образующие её компоненты;
- системно-коммуникационного, раскрывающего взаимосвязь данной системы с другими как по горизонтали, так и по вертикали;
- системно-интегративного, показывающего механизмы, факторы сохранения, совершенствования и развития системы;
- системно-исторического, отвечающего на вопрос, как, каким образом возникла система, какие этапы в своём развитии проходила, каковы её исторические перспективы.

Системный подход основывается на принципах:

- единства – совместное рассмотрение системы как единого целого и как совокупности частей;
- развития – учёт изменяемости системы, её способности к развитию, накапливанию информации с учётом динамики окружающей среды;
- глобальной цели – ответственность за выбор глобальной цели; оптимум подсистем не является оптимумом всей системы;
- функциональности – совместное рассмотрение структуры системы и функций с приоритетом функций над структурой;
- децентрализации – сочетание децентрализации и централизации;
- иерархии - учет соподчинения и ранжирования частей;
- неопределенности – учет вероятностного наступления события;
- организованности – степень выполнения решений и выводов.

Системный подход и системное мышление, базирующиеся на целостном видении объектов, явлений и процессов, начинают прочно входить во все сферы человеческой деятельности. Системное мышление – это привычка мыслить так, чтобы видеть целостную картину, опираясь при этом на различные теоретические моде-

ли и целостное видение сложных объектов. В настоящее время системный подход и системное мышление достигло такого уровня развития, что, в принципе, оно способно справиться с анализом сложных биологических, психологических, лингвистических, технологических, экономических и социальных проблем.

Системному мышлению часто присуща внутренняя противоречивость и парадоксальность. Парадокс системного мышления заключается в:

- парадоксе целостности и
- парадоксе иерархичности.

Парадокс целостности подразумевает, что познание системы как целостности невозможно без того, чтобы не заглянуть внутрь системы, без анализа её частей. То есть, решение задачи целостного описания данной системы возможно при решении задачи « целостного» разбиения (декомпозиции) её на части, перед котором удаётся выделять части, сохраняющие в специфической форме целостные свойства исследуемой системы. Последнее же возможно лишь при решении задачи описания данной системы как целостности.

Парадокс иерархичности заключается в том, что решение задачи описания любой системы возможно лишь при условии наличия описания этой системы как элемента более широкой системы (подсистемы). В свою очередь, описание системы как элемента более широкой системы возможно только при условии наличия описания данной системы как отдельной системы. Парадокс иерархичности, по сути дела, представляет собой взаимную обусловленность решения двух задач:

- описание системы как таковой;
- описание этой системы как элемента более широкой системы.

Наиболее интенсивно идеи системного подхода развиваются в следующих сферах человеческой деятельности:

- современные научные исследования в биологии, психологии, лингвистике, геологии, информатике, кибернетике и др.;
- современная сложная техника, алгоритмы и программное обеспечение, в которых системный подход рассматривается как ведущий принцип проектирования сложных объектов;
- организация производства и управления при всё возрастающей их сложности в социально-экономической сфере общества.

Системный подход к исследованиям большинства объектов выделяет следующие этапы:

1) Выделение объекта исследований из общей массы явлений и процессов, очертание контура и пределов системы, её основных частей, элементов, связей с окружающей средой. Установление целей исследований, вычисление структуры и функции системы и т.п. Выделение главных или важных свойств составных элементов и системы в целом, установление их соответствий.
2) Определение основных критериев целесообразного действия системы, а также основных ограничений и условий существования.
3) Определение вариантов структур и элементов, учёт главных факторов, влияющих на систему.
4) Составление модели системы.
5) Оптимизация работы системы по достижению цели.
6) Определение оптимальной схемы управления системой.

7) Установление надёжной обратной связи по результатам функционирования, определение работоспособности и надёжности функционирования систем.

Таким образом, системный подход выступает в качестве методологии целостного познания объектов. Он сосредоточивает внимание на получение универсального знания о системных объектах, их качественной определённости, закономерностях существования, механизмах взаимодействия, образующих целостность компонентов, характере и содержании их связей и отношений. Его отличительная особенность состоит в том, что при исследовании конкретных процессов и явлений он собирает в себя методологические уровни, соединяет в себе понятийно-категориальный аппарат философии и специальных научных дисциплин. Только таким образом методологически обеспечивается целостность познания объектов.

1.2 Системный подход к классификации наук о Земле.

1.2.1 Основные принципы и критерии классификации наук о Земле.

Геология как наука о Земле начала формироваться в эпоху Возрождения (конец XV – начало XVI века). Это видно хотя бы из высказываний Леонардо да Винчи (1452 – 1519 гг.), отвергшего библейскую легенду о всемирном потопе и считавшего окаменелые остатки морских организмов в горных породах свидетелями перемещений моря и суши. Особого внимания заслуживают труды датчанина Н. Стено (1638 – 1687гг), положившего начало учению о дислокациях земной кары и наступлении моря на сушу. Его труды способствовали развитию стратиграфии, а его вулканическая теория образования гор держалась более столетия. Не менее известны труды М.В. Ломоносова (1711 – 1765 г.г.) “Слово о рождении металлов от трясения земли” и “О слоях земных”, в которых Земля и все происходящие в ней процессы рассматриваются как развивающиеся во времени.

Тем не менее, до конца XYIII века геологии, как самостоятельной науки, ещё не было. Была “минералогия”, мало похожая на современную. Минералами называли металлы, соли, “дикие камни”, земли, пески, окаменелые остатки организмов, т.е. все составные части земной коры, различные по форме, составу и происхождению. В 1780 г. профессор Фрейбергской академии А.Г. Вернер разделил “минералогию” на две самостоятельные науки – собственно минералогию, которую он назвал ориктологией (греч. –óriktos – ископаемый) и геогнозию (греч. gē - земля, gnósis – познание) – геологию.

Положительную роль в развитии геологии сыграла разработка на рубеже XYIII и XIX вв. в Англии В. Смитом (1769 – 1839 гг), а во Франции Ж.Кювье (1769 – 1832 гг) палеонтологического метода определения относительного возраста горных пород. С 1822 по 1841 гг. были выделены основные геологические системы. В 1830 – 1833 гг. появилась знаменитая работа Ч.Лайеля “Основы геологии”, а в 1859 г. известные труды И.Дарвина окончательно упрочили эволюционные идеи в геологии. В XIX веке как самостоятельные науки оформились геофизика и гидрогеология, положено начало обособлению геоморфологии. К началу XX века относится возникновение геохимии, как самостоятельной науки. В связи с развитием процесса дифференциации наук, изучающих Землю, начинает меняться статус собственно геологии как науки о Земле. Делаются попытки объединения вновь возникающих геологических наук в единую науку о Земле. В XIX веке такое «всеобщее землеведение» было названо Э.Геккелем “пангеологией”, а затем в

начале XX века Н.Я. Гротом “геономией”. (Грот, 1904; Лесевич, 1915; Высоцкий, 1971; Круть, 1973 и др.) (греч. nomos – закон). Геономия, понимается не как какой – то конгломерат дисциплин, а как единая наука о Земле, объединяющая (синтезирующая) географию, геологию, геофизику, геохимию и др. науки. То есть, это комплексная наука о Земле и её компонентах, охватывающая все отрасли знаний о нашей планете, являясь в то же время не их суммой, а обобщающей системой (Круть, 1978 г.). Наряду с процессом интеграции наук, развитием знаний о Земле и её компонентах продолжается дальнейшая специализация научных дисциплин. В настоящее время известно около двухсот широко употребляемых названий отдельных наук и научных дисциплин, изучающих Землю в целом и геологические образования различного уровня организации вещества. Наблюдается дальнейшее увеличение их числа за счёт продолжающегося углубления и дифференциации знаний, а также за счет синтеза отдельных его отраслей.

В связи с этим актуальной остается проблема классификации наук о Земле и её компонентах. Эта проблема является составной частью общей проблемы классификации наук, для которой характерны следующие основные тенденции, определяющие её развитие от эпохи Возрождения до наших дней и на перспективное будущее [7]:

1) от дифференциации наук к их интеграции – наиболее заметно эта тенденция начала проявляться с середины XIX века;
2) от координации наук к их субординации – принцип субординации (внутреннего соподчинения, иерархии) в отличие от принципа координации (внешнего соположения) отвечает системам синтетического характера и интеграции наук, опирающейся на их продолжающуюся дифференциацию; по своему существу он влечёт за собой “наведение мостов” между науками, через которые осуществляются переходы между ними и их общая взаимная связь;
3) от субъективности к объективности в обосновании связи наук – переходы между науками должны быть естественными и отражать естественность переходов между объектами исследования;
4) от изолированности наук к междисциплинарности – междисциплинарные отрасли наук (биохимия, радиоастрономия, химическая термодинамика и др.) не только заполняли пробелы между ранее разобщенными изолированными науками, но и возникали в форме таких наук, которые как стержнем пронизывают многие другие отрасли научного знания (кибернетика);
5) от однолинейности к разветвленности в изображении системы наук – общая классификация наук приобретает исключительно сложный и разветвленный характер;
6) от замкнутости наук к их взаимодействию - один объект изучается одновременно многими науками в их взаимодействии, тогда как одна наука имеет дело не с одним её “собственным” объектом, а со многими другими объектами;
7) от одноаспектности наук к их комплексности – простое взаимодействие наук служит первой и важнейшей предпосылкой к их будущему слиянию, то – есть к образованию принципиально новых наук, основанных на нераздельном, многоаспектном (многопредметном) изучении одного объекта многими науками, находящимися в непрерывном и многообразном воздействии;
8) от сепаратизма к глобальности в научном развитии – если объект исследования един, то и изучающие его науки должны быть охвачены в единстве, соответ-

ствующем единству общего для них объекта;

9) от множественности наук к единой науке – один всеглобальный объект изучается одной всеглобально единой наукой с множеством её внутренних подразделений, охваченных единством всего научного знания;
10) от одномерности к многомерности в изображении системы наук – если раньше развитие шло от однолинейности к разветвленности линий, изображающих взаимосвязи между науками, вплоть до сетеобразности в представлении об общей структуре научного знания, то будущая классификация наук потребует перехода к многомерности в этом отношении.

Отмеченные выше основные тенденции развития общей проблемы классификации наук позволяют определить принципы классификации современных наук о Земле, рассмотреть их структуру и систему. Проблема эта во всем её объеме фактически не разработана.

Проанализируем в этом плане ряд примеров классификации наук о Земле. В.И.Поповым (1955г.) рассмотрено соотношение главнейших типов вещественных и вещественно – динамических геологических единиц и изучающих их науку (таблица 1). Обособление различных геологических наук, изучающих те или иные вещественные геологические образования, автор обосновывает закономерным образованием из более мелких геологических единиц более крупных, приобретающих согласно закону перехода количества в качество новые закономерности своего состава. [Справочник. Геологические тела. - М.: Недра, 1986] Из схемы видно, что систематизация геологического знания тесным образом переплетается с систематизацией всего научного знания.

А.С.Поваренных (1970г.), анализируя взаимосвязь главных естественных наук с различными формами дискретной материи (рис.1), утверждает, что между всеми науками существует взаимосвязь как по вертикали, т.е. между науками, отвечающими различным уровням организации материи, так и по горизонтали, т.е. между науками, изучающими качественно различные формы материи внутри одного и того же уровня организации материи.

Ю.А. Косыгин и др. (1972г.), рассматривая иерархию геологических объектов от минералов до планет, прослеживает два ряда наук о Земле, как уже сложившихся, так и намечающихся (таблица 2): науки об объектах и науки о структуре объектов. Этот же подход использовал Ю. Герасимов (1975 г.), несколько расширив перечень геологических наук (таблица 3).

И.Ф. Зубков (1979 г.), рассматривая проблему геологической формы движения материи, выделил следующие основные принципы систематизации геологических наук:

- объективности рассмотрения, который “… требует брать в качестве эмпирической основы систематизации весь существующий комплекс геологических наук, имея при этом ввиду, что он сложился в результате практической деятельности и является отражением единства и многообразия изучаемого геологией природного объекта, присущих ему форм движения”;
- всесторонности рассмотрения, выступающего “… как средство достижения объективности рассмотрения…, …наиболее общими определениями, позволяющими всесторонне охватить материальный объект в его целостности, … выступают понятия, отражающие атрибутивные свойства материи – субстрат, пространство, время и движение”;

Таблица 1

Соотношения главнейших типов вещественных и вещественно-динамических геологических единиц и изучающих их наук
[Попов, 1955]

Наука	**Вещественные единицы**	**Вещественно-динамические единицы**	**Наука**
Геологические единицы			
Геохимия	Атомы	Ионы геохимические фации	
Минералогические единицы			
Минералогия	Минералы	Генерации минералов Минералогические фации	Минерагения
Петрографические единицы			
Петрография	Горные породы	Петрографические фации	Петрология
Формационные единицы			
Учение о формациях	Петрографические и геологические формации	Фации и ритмы	Учение о фациях
Региональные и областные единицы			
Региональная геология	Комплексы формаций	Фациальные и геологические комплексы	История геологических провинций
	Петрографические провинции	Литосферные и оротектонические зоны	
Геофизические единицы			
Общая геология и частная геофизика	Фазовые и химические земные оболочки, их этажи и подэтажи	Термодинамические земные оболочки, их этажи и подэтажи	Историческая геология
Общая геофизика	Земной шар	Земной шар	Геокосмогония

Примечание: Внутри большинства этих единиц выделяются дополнительные подразделения.

- рассмотрение предмета в его развитии, чем достигается дальнейшее проникновение в сущность любого природного объекта;
- единства теории и практики – в рамке геологических наук складываются отрасли знаний прикладного значения; "… с точки зрения систематизации геологического знания эти отрасли образуют ряд параллельный основному ряду теоретических наук, они суть звена, связывающего последние с практикой".

Обобщая вышесказанное, И.Ф.Зубков систему геологических наук представляет в виде схемы (таблица 4), в которой учитываются развитие форм движения от низших к высшим (диагональный ряд от физики полей до социологии). Структурные уровни, образованные вхождением низших форм в высшие, отражаются в вертикальном ряде наук, а развитие данной формы движения в рамках более высоких форм отражается в горизонтальном ряду наук.

В.Ю.Забродин и др. (1977, 1980) в соответствии с пятью уровнями иерархии геологических тел (минералы, горные породы, геоформации, геокомплексы, геосферы) выделяют в геологии, как науке, пять самостоятельных дисциплин (рис. 2). Особое место в этом ряду занимают дисциплины о структуре этих тел. Планета Земля по В.Ю.Забродину входит в качестве элементарной ячейки в уровень солнечных систем – объектов астрономии.

Практически аналогично, с некоторой детализацией, систематизирует геологические науки в соответствии с иерархией геологических тел А.А.Бакиров (1978 г.) (таблица 5), а В.А.Кулындышев и др. (1980 г.) рассмотрели это соответствие для ряда геофизических наук (рис. 3).

Ю.Н.Карагодин (1976, 1980,1983) выделил три основных принципа в классификации наук о Земле: принцип субординации (иерархии), принцип соответствия интегрирующих наук основным уровням организации геологических тел и принцип тетраединой структуры знаний.

По Ю.Н.Карагодину иерархия естественных геологических объектов представляет собой тела – системы соответствующих уровней организации: минералы (минеральный)→ породы (литологический)→ слоевые ассоциации, циклиды, литмиты (литмологический)→ литмосфера (литмосферный) → литосфера (литосферный).

Согласно принципу соответствия выделяется пять иерархически организованных интегрирующих наук: минералогия → литология → литмология → литмосферология→ литосферология.

И, наконец, Ю.Н.Карагодин выделяет четыре класса наук, изучающих четыре основных предмета (аспекта) геологических тел всех иерархических уровней организации: вещественный (из чего?), структурный (как?), динамический (как и в какой последовательности?) и генетический (почему?) (таблица 6,7).

И, наконец, Ю.Н.Карагодин считает основаниями деления наук о Земле свойство и методы (рис. 4):

- свойство – это подкласс наук (или научных направлений), исследующих свойства вещества, структуры, процесса и генезиса минералов (и кристаллов), пород (породных тел) и породно-слоевых ассоциаций (циклитов);
- науки – методы исследования свойств вещества, структуры, процесса и генезиса геологических тел всех уровней организации.

Таблица 7

Схема общей структуры экзогеологии (по Ю.Н.Карагодину, 1983г.)

УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ	НАУКИ ОБ ОСНОВНЫХ ПРЕДМЕТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ			ИНТЕГРИРУЮЩИЕ НАУКИ ОБ ОБЪЕКТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ		НАУКИ ОБ ОСНОВНЫХ ПРЕДМЕТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ	
	О ВЕЩЕСТВЕ	О СТРУКТУРЕ				О ПРОЦЕССЕ	О ГЕНЕЗИСЕ
	I	II				III	IV
ЛИТОСФЕРНЫЙ	ВЕЩЕСТВЕННАЯ ЛИТОСФЕРОЛОГИЯ	СТРУКТУРНАЯ ЛИТОСФЕРОЛОГИЯ	I	II ЛИТОСФЕРОЛОГИЯ IV	III	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЛИТОСФЕРОЛОГИЯ	ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЛИТОСФЕРОЛОГИЯ
ЛИТМОСФЕРНЫЙ	ВЕЩЕСТВЕННАЯ ЛИТМОСФЕРОЛОГИЯ (УЧЕНИЕ О ФОРМАЦИЯХ)	СТРУКТУРНАЯ ЛИТМОСФЕРОЛОГИЯ	I	II ЛИТМОСФЕРОЛОГИЯ IV	III	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЛИТМОСФЕРОЛОГИЯ	ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЛИТМОСФЕРОЛОГИЯ
ЛИТМОЛОГИЧЕСКИЙ	ЛИТОМОЛОГИЯ	СТРУКТУРНАЯ ЛИТМОЛОГИЯ, СТЕРИОЛИТМОЛОГИЯ, ЛИТМОСТРА-ТИГРАФИЯ, ЛИТМОТЕКТОНИКА	I	II ЛИТМОЛОГИЯ IV	III	СЕДИМЕНТОЛОГИЯ	ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЛИТМОЛОГИЯ, СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ ЦИКЛИЧНОСТЬ
ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ	УЧЕНИЕ О ПОРОДНОМ ВЕЩЕСТВЕ	УЧЕНИЕ О ТЕКСТУРАХ	I	II ЛИТОЛОГИЯ IV	III	СЕДИМЕНТОЛОГИЯ	ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЛИТОЛОГИЯ (УЧЕНИЕ О ЛИТОГЕНЕЗЕ)
МИНЕРАЛЬНЫЙ	МИНЕРАЛОХИМИЯ	СТРУКТУРНАЯ МИНЕРАЛОГИЯ, КРИСТАЛЛОГРАФИЯ	I	II МИНЕРАЛОГИЯ IV	III	ДИНАМИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ	ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ

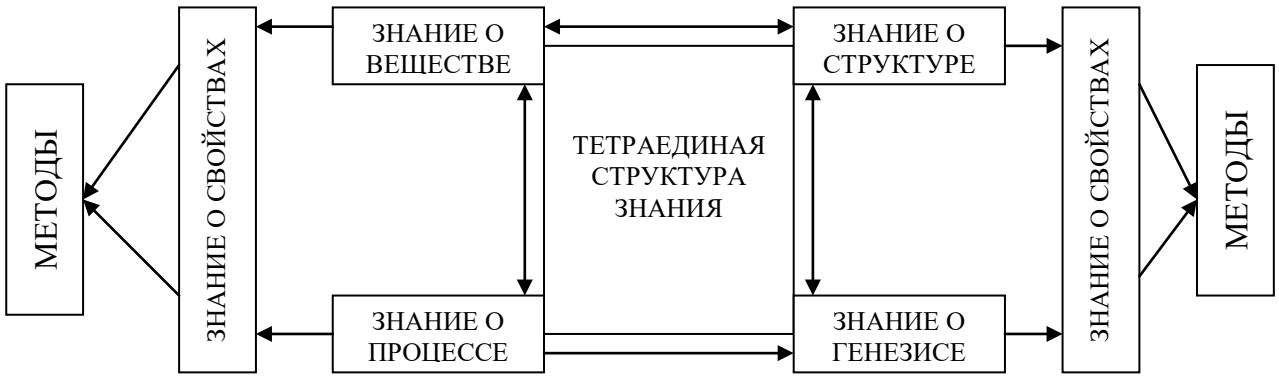


Рис. 4. Схема взаимоотношений основных групп наук геологии об основных предметах, свойствах и методах исследования

Приведенные примеры систематизации наук о Земле достаточно хорошо укладываются в рамках отмеченных выше общих тенденций развития проблемы классификации наук. Четко прослеживается **принцип субординации (иерархии)** наук о Земле в соответствии с иерархией изучаемых геологических объектов. Реализуется **принцип субстратности** – геологические тела – системы определенного уровня организации изучаются комплексными, интегрированными науками, основанными на многоаспектном (многопредметном) рассмотрении данного объекта. В тоже время имеют место геологические науки функционального плана, изучающие данный аспект не одного "собственного" геологического объекта, а многих объектов, находящихся в иерархической зависимости (**принцип функциональности**). И, наконец, реализация **принципа глобальности** проявляется в тенденции перехода от сепаратизма и множественности наук к единой науке.

1.2.2 Система интегрирующих наук о Земле.

В соответствии с приведенными выше принципами классификации наук основными классификационными критериями являются объекты и предметы науки. Под первым понимается тот материальный объект, который изучает данная наука, по вторым – совокупность характеристик и свойств данного объекта.

В настоящее время большинством исследователей принимается следующая иерархия природных геологических объектов, представляющих собой тела – системы соответствующих уровней организации: минералы – породы – ассоциации геологических тел – геосферы – Земля (в целом). Каждый из выделяемых геологических объектов является сложной системой, состоящей из целого ряда подсистем, вплоть до элементарных ячеек – тел, находящихся в сложной взаимосвязи и взаимодействии.

Любой геологический объект (тело), в том числе и Земля в целом, может быть достаточно полно охарактеризован следующими основными аспектами, являющимися предметами изучения отдельных наук: вещество (состав), внутренняя структура (строение), генезис (происхождение), динамика (развитие), физические свойства, физические поля, процессы и явления, форма (фигура и размеры), внешняя структура (поверхность) (рис. 5).

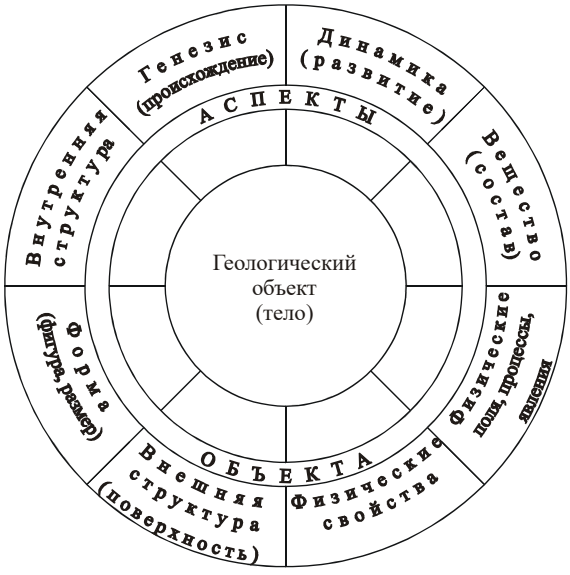


Рис. 5 Геологический объект и его аспекты

Рассмотрим в этом плане структуру интегрирующих наук, изучающих Землю в целом.

Такой глобальный объект, как Земля в целом, изучается глобальной наукой – геономией, основы которой закладываются на наших глазах. “Геономия понимается как комплексная наука о Земле и её компонентах, охватывает все отрасли знания о нашей планете, являясь в то же время не их суммой, а обобщающей системой. Геономия имеет своим объектом уникальную и наиболее сложную из всех известных нам естественную систему, компоненты которой относятся к различным уровням организации природы.” [8]

Интегрирующие науки, входящие в состав геономии, имеют один и тот же объект, но разные предметы исследования (рис. 6). Предметами изучения общей геологии являются внутренняя структура Земли, динамические процессы, происходящие и происходившие в ней, и генезис Земли. Составными частями этой интегрирующей науки являются комплексные науки: структурная геология, генетическая геология и динамическая геология (геодинамика). Общая геофизика изучает физические свойства Земли и составляющих её геологических образований и физические поля, которыми обладает Земля, а также физические явления и процессы, происходящие и происходившие в различных слоях (оболочках) Земли. Общая геохимия исследует вещество (состав) Земли, общая геодезия - её форму, фигуру, размеры, а общая география - её внешнюю структуру.

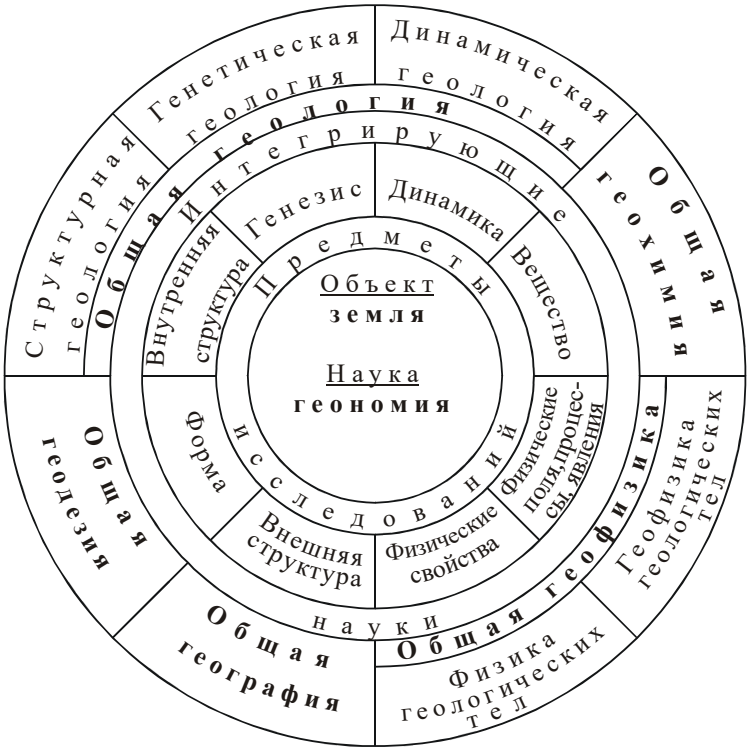
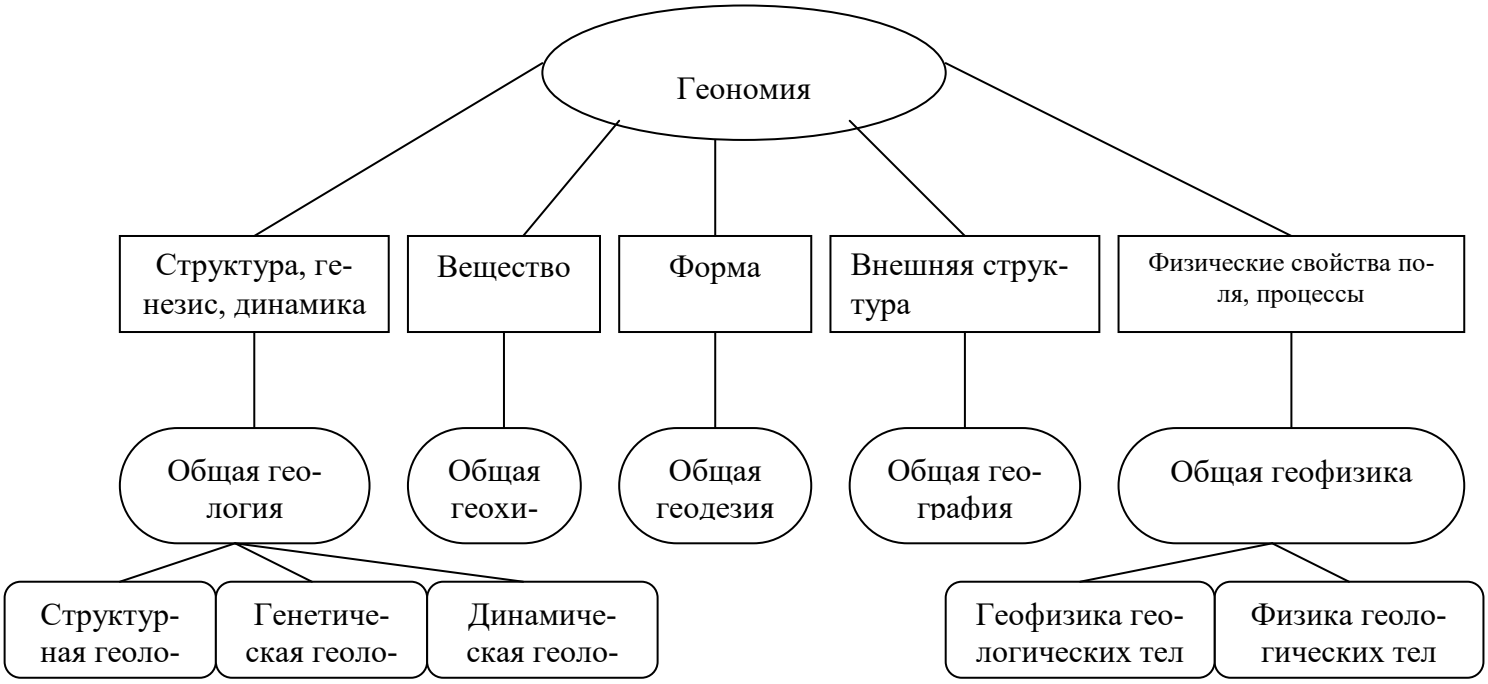


Рис. 6 Система интегрирующих наук

Классификация интегрирующих наук, входящих в состав глобальной науки геономии, может быть построена как по функциональному принципу, (науки выделяются по отдельным аспектам изучаемого объекта) (рис.7, А), так и по принципу субстратности *) (рис. 7, Б). Аналогичную классификацию можно провести и

*) субстрат – основа единства, однородности различных предметов и различных свойств отдельного, единичного предмета.

А



Б

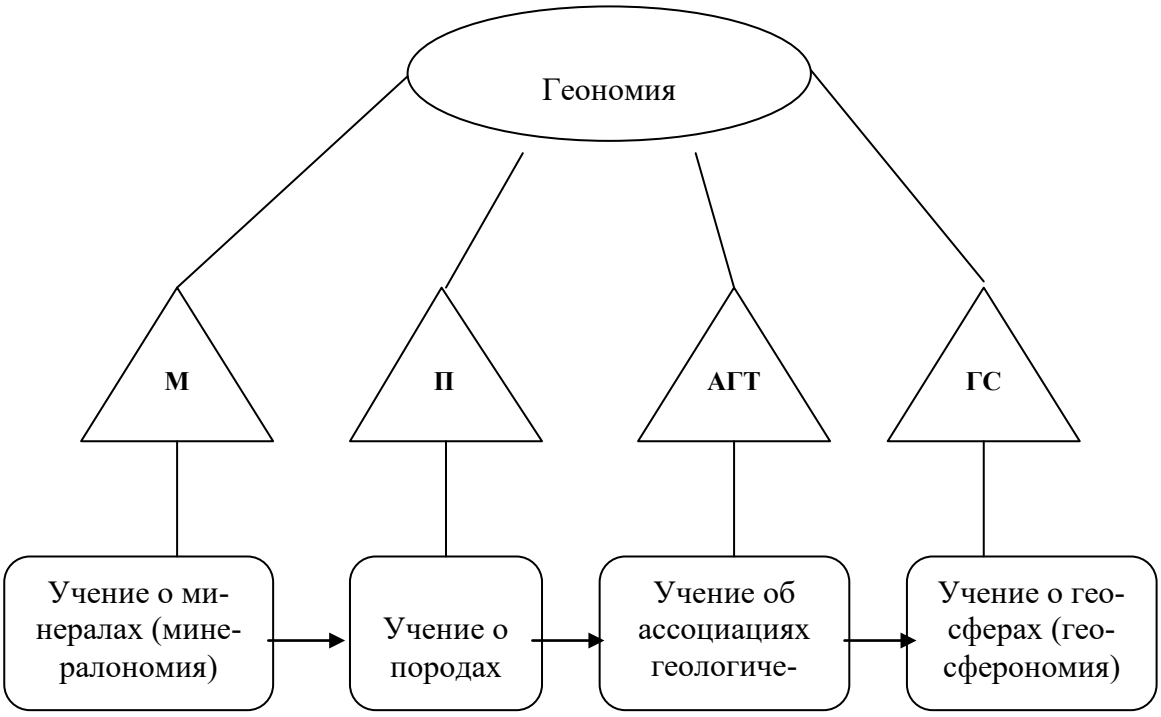


Рис.7. Классификация интегрирующих наук о Земле по функциональному «А» и субстратному «Б» принципам

для всех интегрирующих наук в отдельности. Нам представляется, что будущее за вторым принципом. Здесь можно привести аналогию с живым организмом. Подобно тому, как отдельные органы в живом организме функционируют специализированным образом, подчиняясь общему процессу жизнедеятельности всего организма как целого, также должны быть подчинены различные части геологического знания при изучении Земли (субстрата) объединенному знанию о ней.

И, наконец, так как и сами объекты, и науки, их изучающие, являются сложными системами, при построении классификации наук о Земле необходимо учитывать два очень важных системообразующих фактора: время и пространство.

Покажем на примере интегрирующих наук, входящих в состав геономии действие этих двух критериев (рис. 8). Каждая из этих наук включает в себя и науки, изучающие специфические стороны исследуемого объекта (Земли в целом) в пространстве и во времени, составными частями общей геологии являются науки: историческая геология и региональная геология. Общая геохимия включает в себя палеогеохимию и региональную геохимию, общая география - палеогеографию и региональную географию, общая геодезия - палеогеодезию и региональную геодезию и, наконец, общая геофизика – палеогеофизику и региональную геофизику.

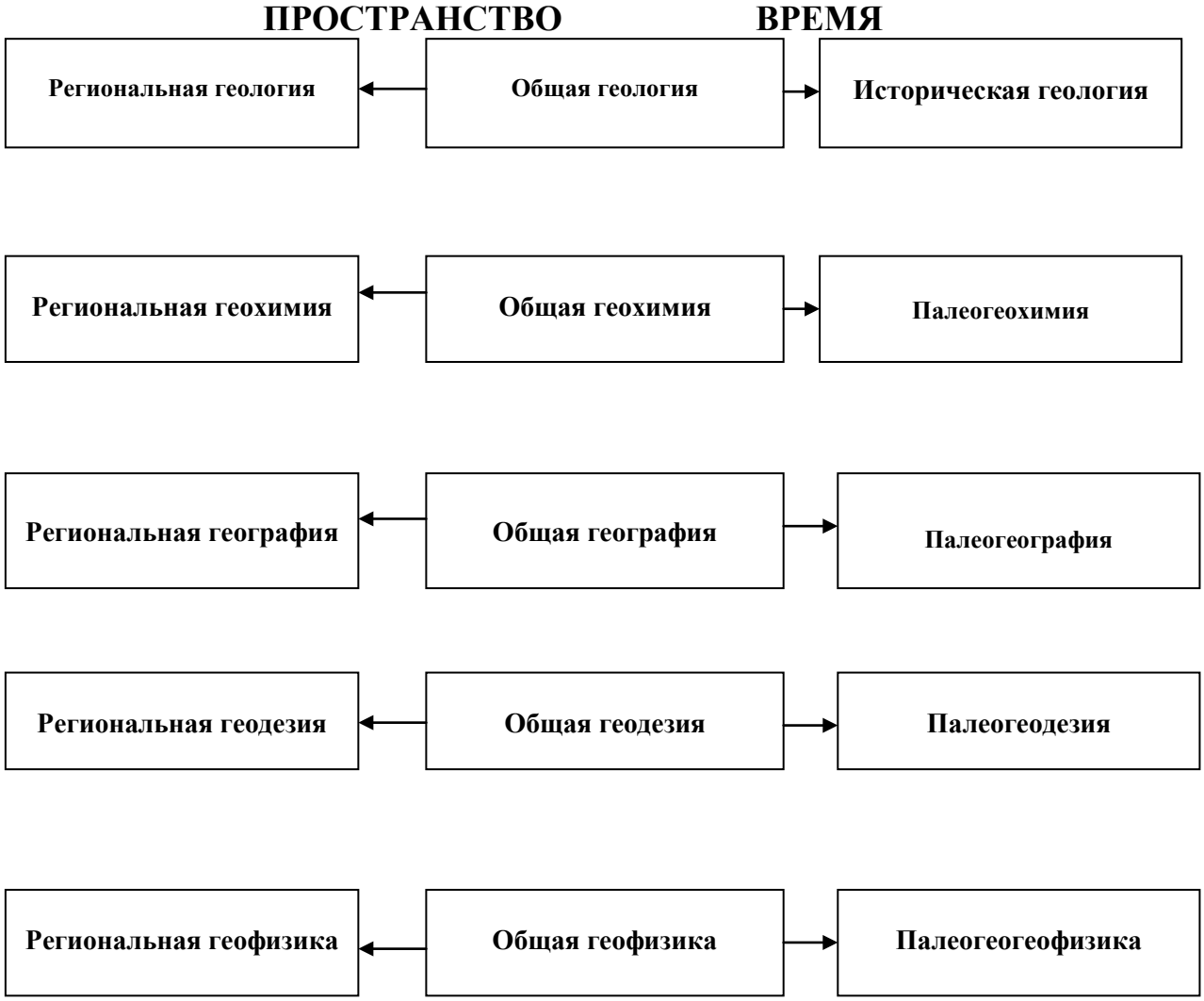


Рис.8. Классификация наук с учётом критериев времени и пространства

Представить всё разнообразие рассмотренных нами комплексных интригующих наук о Земле в виде сложной сети крайне затруднительно. Рациональней, на наш взгляд, изображать всю систему этих наук в виде многослойного многогранника, в центре которого находилась бы глобальная наука – геономия. Если же учесть также и множество наук, входящих составными частями в комплексные, интегрирующие науки, то этот образ значительно усложнится

С позиций субстратности в составе геономии могут быть выделены следующие интегрирующие науки: учение о минералах (минералономия), учение о породах, учение об ассоциациях геологических тел и учение о геосферах (геосферономия) (рис.7, Б).

Интегрирующую науку, изучающую минералы во всём их многообразии можно назвать учением о минералах или минералономией. В её составе выделяются такие комплексные науки как минералогия, изучающая структуру, генезис и развитие минералов, химию минералов, физику и геофизику минералов, а также морфологию минералов, исследующую форму, размеры и внешнюю структуру минералов (рис.9).

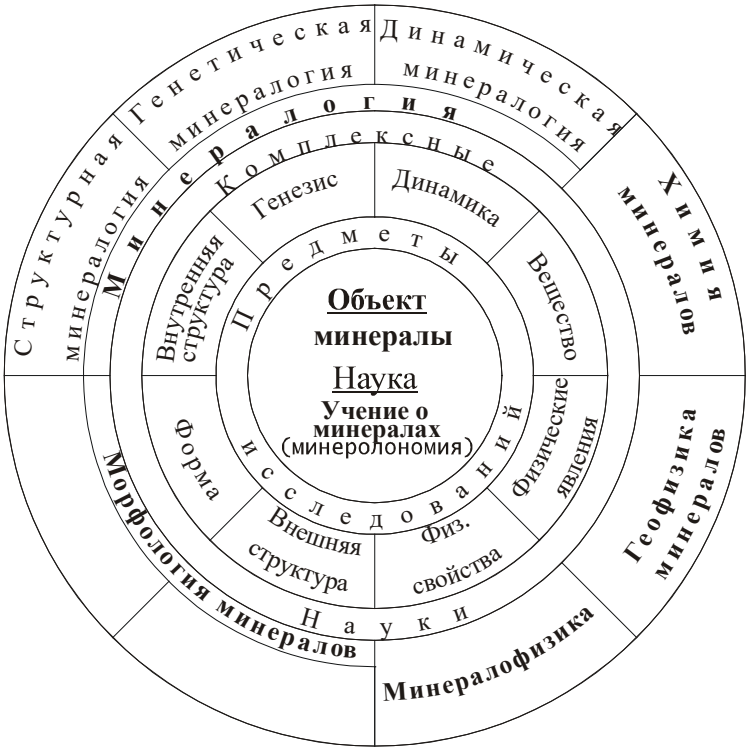


Рис.9 Система комплексных наук минерального уровня организации вещества

На породном уровне всё многообразие пород (горные породы, природные породы жидкости и природные газы) являются предметом изучения учения о породах (рис.10). Эта интегрирующая наука объединяет такие комплексные науки как структура пород, генезис пород, динамика пород, морфология пород, физика и геофизика пород. В полном объёме выше перечисленные науки в реальности не существуют, однако отдельные их составляющие имеют место в научной практике. В качестве примера можно рассмотреть комплексные науки, изучающие горные породы (рис.11).

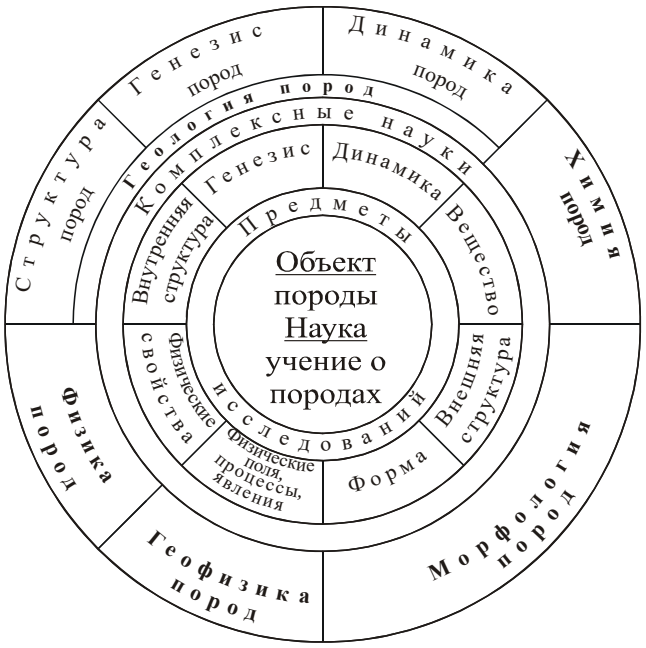


Рис. 10 Система комплексных наук породного уровня организации вещества

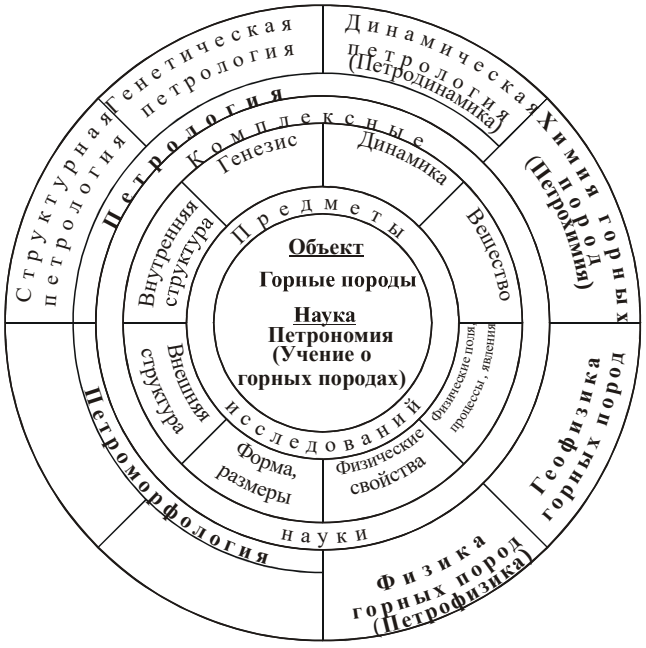


Рис.11 Система комплексных наук, изучающих горные породы

Интегрирующую науку, изучающую горные породы в целом можно назвать учением о горных породах или петрономией.

Структуру, генезис и развитие (динамику) пород исследует комплексная наука петрология, состав горных пород изучает петрохимия, физические свойства – петрофизика. Это уже сложившееся науки, имеющие достаточно долгую историю развития. Петрогеофизика и петроморфология, исследующие физические поля горных пород и физические процессы, происходящие в них, также форму, размеры и внешнюю структуру горных пород, ещё ждут своих исследователей.

Горные породы как сложные объекты – системы по условиям образования разделяются на магматические, метаморфические и осадочные горные породы. В нефтегазоносных районах основным объектом изучения являются осадочные горные породы, поэтому рассмотрим систему наук, их изучающих. Общую интегрирующую науку, исследующую осадочные породы во всем их многообразии и многоаспектности, можно назвать учением об осадочных породах или литономией (рис. 12). Составными частями её служат науки: литология, исследующая внутреннюю структуру, генезис и динамику осадочных пород и включающая соответственно структурную, генетическую и динамическую литологию; геохимия осадочных пород или литохимия; литоморфология, изучающая внешнюю структуру, форму и размеры осадочных пород; литогеофизика и физика осадочных пород или литофизика.

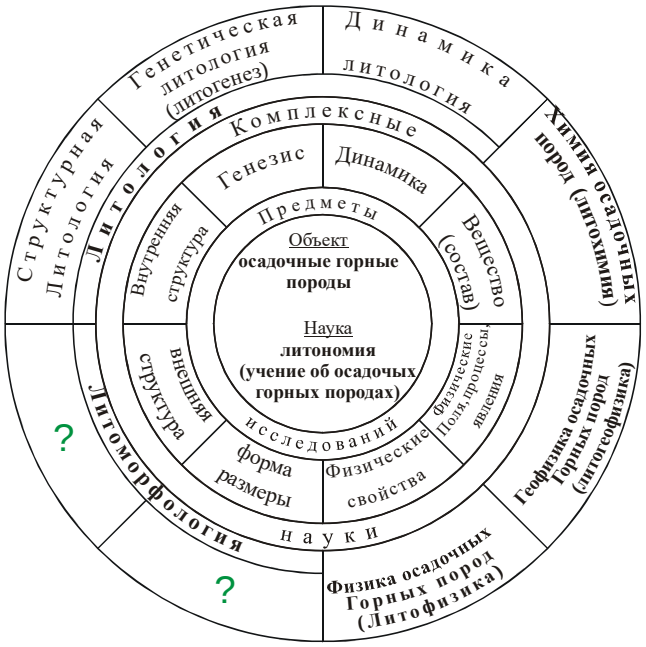


Рис. 12 Система комплексных наук, изучающих осадочные горные породы

На надпородном уровне объектами изучения являются различного рода ассоциации геологических тел. Множественность ассоциаций геологических тел в природе не позволяет подробно рассмотреть эту проблему. В качестве примера рассмотрим интегрированную науку, изучающую во всём их многообразии ассоциации геологических тел в осадочных областях, где такими ассоциациями могут служить геологические формации, литолого-стратиграфические комплексы, при-

родные резервуары, пласты, циклиты и т.д. Н.Б.Вассоевич и В.В.Меннер предложили именовать их **литомами**, понимая под этим «сообщества (ассоциации) осадочных пород». Этот термин получил одобрение выдающегося американского геолога Х.Хедберга, но как терминологическая основа для сообществ вообще всех горных пород. Ю.Н.Карагодин ввёл для подобных ассоциаций термин «литмит», понимая под ним любую породно-слоевую ассоциацию, выделенную по любым интересующим исследователя признакам. Однако термин приживается трудно. Это связано, по-видимому, с некоторыми видимыми ограничениями понятия, определяемыми словами «породно-слоевые». Разумнее использовать термин «литом», понимая под ним любую ассоциацию (совокупность) осадочных горных пород, выделенную по любым интересующим исследователя признакам. Такая трактовка понятия «литом» включает в себя и геологические формации, и осадочные комплексы, выделяемые по разным признакам, пласты осадочных пород, соляные штоки, глиняные диапиры и т.д.

Таким образом, в осадочных областях геологическими объектами исследований на надпородном уровне организации являются литомы – ассоциации осадочных горных пород. Интегрирующую науку, изучающую литомы во всём их многообразии и многоплановости, можно назвать литомономией (рис.13). В её составе выделяются: литомология, изучающая внутреннюю структуру, генезис и динамику литом; литомохимия, исследующая вещество (состав) литом; литомоморфология, предметом которой являются внешняя структура, форма и размеры литом; литомогеофизика, изучающая физические поля литом, и, наконец, литомофизика, исследующая физические свойства литом. В составе литомологии выделяются структурная, генетическая и динамическая литомология. Каждая из выделенных наук в своём составе имеет научные дисциплины, изучающие литомы в региональном плане и во времени.

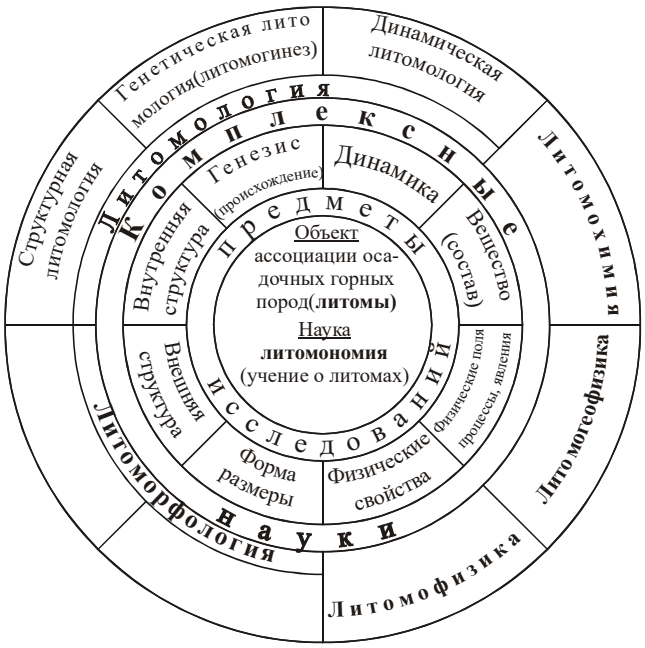


Рис. 13 Система комплексных наук, изучающих ассоциации осадочных пород - литомы

И, наконец, на рисунке 14 представлена система комплексных наук геосферного уровня организации вещества. Интегрирующую науку, изучающую геосферы во всём их многообразии, можно назвать геосферономией. В настоящее время в полном объёме такая наука не существует. Тоже самое можно сказать и о комплексных науках, её составляющих: геосферологии, химии и физики геосфер, геофизики и морфологии сфер. Тем не менее, существует уже целый ряд наук и научных дисциплин, изучающих отдельные аспекты геосфер – гидрология, тектоника, физика атмосферы и т.д.

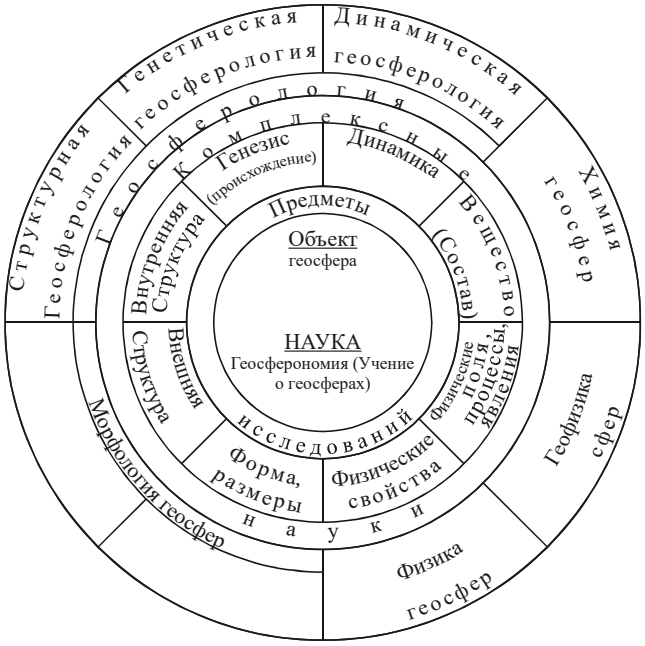


Рис. 14 Система комплексных наук, изучающих геосферы

Детальную дифференциацию функциональных интегрирующих наук о Земле (рис.7,А) рассмотрим на примере общей геофизики, изучающей, в соответствии с изложенной выше классификацией интегрирующих наук о Земле, её физические свойства, поля, физические процессы и явления, происходящие (и происходившие) в оболочках (геосферах) Земли. По функциональному принципу (предметам исследований) она разделяется на две комплексные научные дисциплины – физику геологических тел (ФГТ), изучающую физические свойства геологических объектов и геофизику геологических тел (ГФГТ), исследующую физические поля, свойственные этим делам, и физические явления и процессы, происходящие в них. Как общая геофизика, так и физика геологических тел и геофизика геологических тел, имеют один и тот же объект исследования – Землю в целом, все геологические тела, её составляющие. Все эти науки относятся к разряду комплексных, интегрирующих наук (рис.15).

Дальнейшее разделение интегрирующих наук проводятся на основе принципа субординации (иерархии) геологических объектов (тел). На минеральном уровне организации выделяются: физика минералов (или минералофизика) (ФМ), изучающая физические свойства минералов, и геофизика минералов (ГФМ), предметами которой являются физические поля минералов, и физические явления и про-

цессы, возникающие в них. В соответствие с общей классификацией минералов в их со

ставе выделяют группу твёрдых минералов и других твёрдых соединений и растворов, группу жидких минералов и растворы и газообразные соединения и растворы (смеси).

Следовательно, наука физика минералов разделяется в свою очередь на следующие научные дисциплины (рис.16): физику твёрдых минералов (ФТМ), физику жидких минералов (ФЖМ) и физику газовых смесей (ФГС). В настоящее время разработано достаточное количество методов изучения физических свойств как твёрдых минералов, так и жидких и соединений и растворов. Так, например, в кристаллографии (учение о кристаллах) существует отдельное научное направление – физическая кристаллография, предметом изучения которой служат физические свойства кристаллов. Соответственно в геофизике минералов можно выделить: геофизику твёрдых минералов (ГФТН), геофизику жидких минералов (ГФЖМ) и геофизику газовых смесей (ГФГС). В чистом виде указанные научные дисциплины также не существуют, однако возрастающее число методов исследований твёрдых минералов, жидкостей и газов, использующих различного рода физические поля (магнитные, электрические, тепловые и т.д.), указывает на процесс их становления.

В качестве конкретного примера можно привести рентгенометрию кристаллов, выделившуюся в настоящее время в крупную самостоятельную область исследований. Поэтому можно ожидать в недалёком будущем формирование указанных научных дисциплин в виде самостоятельных наук.

На породном уровне организации выделяются две комплексные науки – физика пород (ФП) и геофизика пород (ГФП) (рис.17). В составе пород выделяются собственно горные породы, природные жидкости (магмы, воды, рассолы, нефти) и природные газы. Все эти природные объекты являются предметами изучения наук о Земле на породном уровне. Следовательно, комплексная наука физика пород по объектам исследований может быть подразделена на физику горных пород или петрофизику (ФГП), изучающую физические свойства горных пород; физику природных жидкостей (ФПЖ) и физику природных газов (ФПГ). Соответственно, составными частями науки геофизики пород будут науки: геофизика горных пород или петрогеофизика (ГФГП), геофизика природных жидкостей (ГФПЖ) и геофизика природных газов (ГФПГ). Петрофизика, на наш взгляд, уже приобрела ранг самостоятельной науки о Земле с достаточно чётко определёнными объектом, предметом, целью и задачами, имеющей в своём арсенале целый комплекс методов исследований. Науки же физика и геофизика природных жидкостей, физика и геофизика природных газов и петрогеофизика не выделяется в настоящее время как самостоятельные науки, однако основа этих наук заложена в гидрофизике, геологии нефти и газа, физике атмосферы и разведочной геофизике.

Следующий уровень организации – уровень ассоциации геологических тел (или по А.Ф.Белоусову (1985) ассоциацией «геологических субстанций» и слагаемых ими тел), отличается весьма широким разнообразием объектов исследований. Так, например, в пределах твёрдой Земли (террасферы) при геолого-геофизических исследованиях выделяют различные ассоциации горных пород и слагаемых ими геологических тел – геологические формации, литологостратиграфические комплексы, природные резервуары, литмиты, циклиты, пласты, рудные тела и т.д.; то – есть для выделения используются конкретные признаки,

интересующие исследователя. Физические свойства таких ассоциаций горных пород (АГП) являются предметом изучения науки – физики ассоциации горных пород (ФАГП), а физические поля, создаваемые этими ассоциациями, физические процессы и явления, протекающие в них, изучает геофизика АГП (ГФАГП) (рис.18). Первая зарождается на наших глазах. Подтверждением этому служит ряд монографий, обобщающих сведения о физических свойствах ассоциаций горных пород различного вида и названия. Для полного обособления этой науки нужно время и усилия исследователей. То же самое можно сказать и о геофизике АГП. Достаточно упомянуть здесь о таких научных направлениях, получивших признание в последние годы, как: сейсмостратиграфия, сейсмолитмология, рудная геофизика, структурно-формационная сейсморазведка и т.д. Ассоциации водных масс и разного рода течений вод является объектами наук: физики течений (ФТ) и геофизики течений (ГФТ). В пределах атмосферы газо-слоевые ассоциации, воздушные массы и течения служат объектами изучения физики газо-слоевых ассоциаций (ГФГА). Эти науки являются составными частями таких наук, как гидрофизика, физика атмосферы, метеорология, гидрология и др.

На геосферном уровне все три геосферы являются объектами исследований геофизических наук – физики геосфер (ФГС) и геофизики сфер (ГФС). Это комплексные, интегрирующие науки, составными частями которых являются соответственно: физика твёрдой земли (ФТЗ) и геофизика твёрдой земли (ГФТЗ), физика гидросферы (ФГ) или гидрофизика и геофизика гидросферы (ГФГ) или гидрогеофизика, физика атмосферы (ФА) и геофизика атмосферы (ГФА) (рис.19)[x)]. Твёрдая земля (террасфера) представляет собой сложную систему, в пределах которой выделяют три крупные оболочки (подсистемы): земную кору, мантию и ядро. Эти оболочки служат объектами изучения следующих научных дисциплин: физики земной коры (ФЗК) и геофизики земной коры (ГФЗК), физики мантии (ФМН) и геофизики мантии (ГФМН), физики ядра (ФЯ) и геофизики ядра (ГФЯ), являющихся составными частями комплексной науки – физики твёрдой земли. В пределах гидросферы большинством исследователей выделяются следующие три крупные оболочки: воды океанов, воды суши и подземные воды. Причём третья оболочка определяется зоной проникновения гидросферы в террасферу. Указанные оболочки являются объектами исследований соответствующих научных дисциплин: физики океанов (ФО) и геофизики океанов (ГФО), физики вод суши (ФВС) и геофизики вод суши (ГФВС), физики подземных вод (ФПВ) и геофизики подземных вод (ГФПВ). И, наконец, третья геосфера – атмосфера, также имеет сложное строение. В её пределах выделяют тропосферу, стратосферу и мезосферу, характеризующихся различными свойствами и соответствующими физическими полями, явлениями, процессами. Эти оболочки являются объектами изучения физики тропосферы (ФТФ) и геофизики тропосферы (ГФТС), физики стратосферы (ФСС) и геофизики стратосферы (ГФСС), физики мезосферы (ФМС) и геофизики мезосферы (ГФМС).

Изложенную выше систему геофизических наук следовало бы дополнить в соответствии с действием критериев пространства и времени, геофизическими науками, изучающими изменения физических свойств и полей геологических

[x)] мы здесь сознательно не рассматриваем четвёртую геосферу - биосферу

объектов во времени и пространстве. Указанные науки будут являться составными частями интегрирующих наук – палеогеофизики и региональной геофизики.

Все науки геофизического цикла находятся в тесной взаимосвязи и взаимодействии. В соответствии с принципом субординации объектов исследований определяется следующие ряды взаимосвязанных наук (рис.20):

- в пределах террасферы:

a) физика твёрдых минералов – физика горных пород (петрофизика) - физика ассоциаций горных пород – физика твёрдой земли;
b) геофизика твёрдых минералов – геофизика твёрдых пород (петрогеофизика) - геофизика ассоциаций горных пород - геофизика твёрдой земли;

- в пределах гидросферы:

a) физика жидких минералов – физика природных жидкостей – физика течений – физика гидросферы;
b) геофизика жидких минералов – геофизика природных жидкостей – геофизика течений – геофизика гидросферы;

- в пределах атмосферы:

a) физика газовых смесей – физика природных газов – физика газослоевых ассоциаций – физика атмосферы;
b) геофизика газовых смесей – геофизика природных газов – геофизика газослоевых ассоциаций – геофизика атмосферы.

1.3 Системный подход в исследовании геологических тел.

1.3.1 Геологические тела как геологические системы.

Одним из основных понятий в геологии является понятие геологического тела, фундаментальное значение которого впервые отметил В.И. Вернадский.

Осознав фундаментальность понятия «геологическое тело», исследователи стали задаваться другими вопросами: что представляет собой мир геологических тел, как он организован, какова роль литологии, стратиграфии, тектоники и металлогении в изучении тел разного ранга? Попытка ответить на данные вопросы привела к построению иерархии геологических тел и определению уровней организации геологического вещества. Исходным принципом при построении такой иерархии послужил принцип системности.

Первый опыт системного подхода к геологическим телам осуществлен Е.С. Федоровым, которому на основе этой идеи удалось построить систематику пространственных групп симметрии кристаллов и открыть 230 их видов. Затем к системному подходу геологи обратились в связи с методологическими проблемами, возникшими в науках о Земле.

В целом мир природы представляет собой полиierархическую систему естественных тел, каждое из которых само является системой и относится к тем или иным уровням организации. Так, например, в группе геологических уровней выделяются: минеральный, породный, геологических формаций, геотектонических и стратиграфических систем геосфер и планеты в целом. Иерархических систем естественных геологических тел предложено много. Ряд из них представлен в таблицах 8, 9.

В каждой природной системе имеются структурные связи как присущие этой системе, то есть обусловленные природой системы, так и обязанные своим

Таблица 9

Система иерархии вещественных систем литосферы
(И.В.Круть [3])

Надсистемы	***Внешние структурные уровни – парагенезисы формаций, их ряды и звенья***
Формационная оболочка	Уровень организации геологических формаций. Внутренние структурные уровни (интрасистемы) – многослои и др. Элементы: породы (и другие минеральные массы) и их элементарные ассоциации. Компоненты: минералы, породы.
Горно-породная оболочка	Внешние структурные уровни – «геоценоды» пород и других минеральных масс. Уровень организации горных пород и других минеральных масс (руд, магм и лав, осадков, почв, вод, битумов и др.) Внутренние структурные уровни – минеральные массы, обломки пород и др. Элементы – минералы, их генетические и парагенетические ассоциации и смеси. Компоненты – природные химические соединения.
Минеральная оболочка	Внешние структурные уровни – ассоциации минералов. Уровень организации минералов – элементарных геологических систем (генов): монокристаллов и молекулярных масс (твёрдых, аморфных, жидких, газов). Внутренние структурные уровни – зональные кристаллы и др. Компоненты: элементарные ячейки кристаллической решётки (атомы, молекулы, ионы) простые и ассоциированные молекулы (и атомы).

возникновением внешней среде. Так, например, в осадочных образованиях главная роль принадлежит структурным связям, которые возникают при формировании осадочного тела и отражают особенности среды. Любая геологическая система проходит определенный эволюционный путь развития. Это исторически развивающийся процесс, протекающий в пространстве и времени. Зная значения переменных компонентов динамической системы в данный момент, можно установить или, во всяком случае, прогнозировать вероятность распределения этих переменных в любой последующий или любой предшествующий период времени. Геология чаще всего имеет дело с динамическими стохастическими системами.

В целом различают три типа геологических объектов:

- заданные природой как системы,
- заданные исследователем как системы,
- заданные обстоятельствами (искусственными или естественными).

В соответствии с таким делением в науках о Земле сложились три направления системных исследований. Представители естественности геологических систем считают, что объективная реальность состоит из материальных систем, которые заданы природой, и задача исследователя состоит в том, чтобы отыскать эти естественные системы, установить их границы. Границы системы определяются по скачкообразному изменению существенных свойств, признаков. Так, например, А.Н. Дмитриевский к признакам, позволяющим определить границы естественных геологических систем, относит литологический состав, текстуру, структуру, гранулометрический состав, тип и состав цемента, состав глинистых минералов и т.д. В целом же проблема ограничения систем в геологии (особенно в осадочной) достаточно сложная и до конца не решена. Сторонники второй концепции заявляют, что никаких естественных систем нет, а есть единая и неделимая и поэтому ориентация исследователя на отыскание естественных систем и естественных границ способна завести исследователя в тупик. В зависимости от специфики объекта и поставленных задач, исследователь формирует иерархию геологических объектов как систем. В качестве примера естественной системы третьего типа можно рассматривать природный резервуар. Системой его «сделала» способность аккумулировать углеводы. Природный резервуар есть система, состоящая из двух различных по отношению к фильтрации флюидов элементов – пород-коллекторов и пород-флюидоупоров. Их положение в разрезе осадочного бассейна – явление достаточно часто встречающееся, но в значительной мере случайное. Отделение элементов, составляющих природный резервуар, друг от друга ведет к разрушению системы. Примером искусственных систем, созданных на естественном материале, являются технолого-геологические сооружения.

Понятие геологической системы можно определить следующим образом:

– геологическая система есть упорядоченная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих природных элементов, связанных общей историей развития и закономерно образующих единое целое, обладающее свойствами, отсутствующими у отдельных элементов, его составляющих.

С точки зрения функционирования системы под геологической системой следует понимать совокупность естественных физических и химических процессов, происходящих с природными соединениями и природные (геологические) условия их реализации. В таком понимании геологическая система включает как собственно физические и химические процессы, так и среду, в которой они происходят.

Существенный критерий выделения системы - теснота связей между элементами, объединяемыми в систему между ними и элементами, образующими внешнюю среду. В связи с этим системы располагаются в иерархической соподчиненности. Органическим признаком любой геологической системы является геологический процесс, частный случай которого – стационарное состояние. При изучении сложных геологических процессов рационально расчленять их на ряд этапов, которые могут рассматриваться как элементарные физические и химические процессы. Типизация процессов выполняется путём идентификации их физических и химических особенностей, вследствие чего геологические процессы можно разделить на ряд классов: гидродинамические, диффузорные, химические, тепловые, электромагнитные, гравитационные, механические и другие.

Общая классификация видов связи между ними и элементами внешней среды выполняется по-иному: различают связи вещественные, когда осуществляется обмен веществом; связи трофические, когда осуществляется обмен энергией; связи сигнальные, когда элементы обмениваются информацией. Возможно существование системы, элементы которой связаны между собой и с внешней средой только одним из названных видов связи.

Геологические системы являются открытыми системами, в чистом виде изолированные и закрытые геологические системы в природе отсутствуют. Если параметры геологической системы (вещественный состав, температура, давление и др.) не зависят от времени, то система находится в стационарном состоянии, которое может быть как равновесным, так и неравновесным.

По способу учета времени геологические задачи делятся на статические и динамические, последние делятся на статические и динамические, последние делятся на прямые (физико-геологические) и обратные (историко-геологические, генетические, в широком смысле – ретроспективные). В соответствии с этим геологические системы делятся (Ю.А. Косыгин, В.А. Соловьев) на статические, динамические и ретроспективные, с тем отличием, что ретроспективные задачи являются, в сущности, обратными динамическими задачами.

Геологические системы относятся к сложным вероятностным динамическим системам. Их сложность определяется большим числом материальных единиц, принимающих участие в строении системы, обширным набором параметров, характеризующих свойства системы, и многообразием взаимосвязей между ними, осуществляемых с помощью вещественных, энергетических и сигнальных видов связи.

Геологические системы существуют независимо от познающего субъекта и в процессе познания отображаются им. До получения сведений об изучаемой геологической системе существует некоторая неопределённость знаний об этой системе, измеряемая количеством априорной информации, увеличение которой происходит в процессе геологоразведочного процесса.

И, наконец, рассмотрим соотношение геологических систем и внешних системообразующие факторов – пространства и времени (рис. 21). Метагалактике присуще космическое пространство, ячейками которого выступают частные пространства отдельных космических тел-галактик, звездных и планетных систем и т. д. Одному из них отвечает земное планетное (геономическое) пространство; оно свойственно совокупности вещества и физических полей, а также подвещественных подсистем Земли. Следующим является геологическое пространство и геологическое время, присущее геосистемам не только Земли, но и некоторых других планетных и субпланетных тел. Частные пространства принадлежат геосистемам различных уровней.

К внутреннему ряду основных пространств относятся пространства минеральное (включая кристаллическое), минеральных ассоциаций и смесей, ассоциаций минеральных масс, надвещественных подразделений литосферы, гидросферы, атмосферы и комплексных геооболочек. Из изложенного выше вытекает принцип неадекватности различных пространств, согласно которому все естественные тела (и их ансамбли) обладают своими специфическими пространствами, а поэтому в общем случае пространственно не соответствуют друг другу.

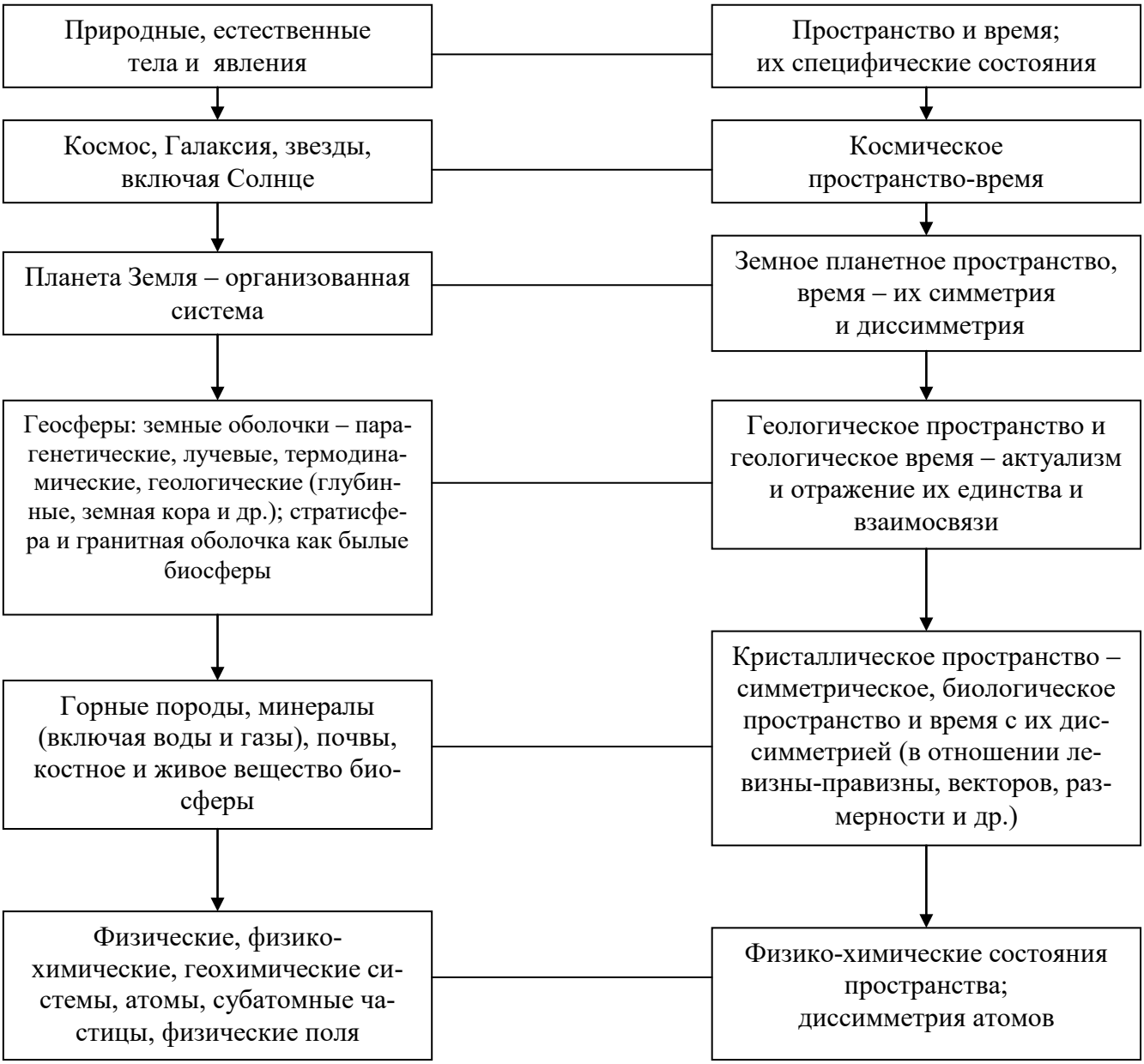


Рис. 21 Соотношение геологических систем и внешних факторов их образующих, согласно концепции В,И,Вернадского (И.В.Круть, 1978)

1.3.2 Геофизические системы.

1.3.3 Системный подход в классификации геологических тел.

Неотъемлемой частью системного подхода в геологии является классификация геологических тел. Классификация предполагает сложный системный анализ, заставляет иметь содержательные признаки, привлекая тем самым исследователей к новым свойствам и закономерностям классифицируемых объектов, которые на эмпирическом уровне не казались явными (или не были виды). Одним из вариантов такого типа исследований является объяснение «через общий закон».

Суть его состоит в выделении наиболее существенных признаков из содержания того общего закона, которому подчиняются элементы класса.

Причём, под общими законами понимается не общность эмпирических воспроизводимых свойств, а некоторое обобщенное содержание наиболее существенных признаков.

Вопросы, связанные с системным подходом в классификациях геологических тел, рассматривались Н.Б.Вассоевичем, А.Ф.Белоусовым, Я.Д.Соловьёвым, Ю.Д.Карагодиным, О.А.Вотах, Л.Н.Дмитриевским и многими другими исследователями.

Мы рассмотрим эту проблему для геологических тел породного уровня организации.

Так А.Ф.Белоусов (1985) в классификации геологических тел породного уровня организации вещества рассматривает универсальные общепетрографические принципы системного характера: петрофизический, химический, минералогический, структурный, геохронологический, формационный, целый ряд петрогенетических (рис. 22). Использование общепетрографических показателей позволяет осуществить унификацию системных горных пород, которая будет способствовать интеграции петрографических дисциплин.

Рис.22 Классификационные принципы с возможными (внизу) и невозможными (вверху) входами в универсальную классификацию горных пород.

В нефтегазоносных областях чрезвычайно важной проблемой является классификация пород-коллекторов и пород-неколлекторов различного литологического состава. При разработке классификаций в качестве классификационных показателей широко используется как литологические, так и литофизические параметры. Несмотря на большое количество разработанных классификаций пород-коллекторов до настоящего времени унифицированной схемы, общей для любого литологического типа пород-коллекторов, не существует.

Порода коллектор- это геологическое тело породного уровня организации вещества, отличающееся двумя основными особенностями:

- ✓ Аккумулировать в пустотном пространстве породы, воду, нефть, газ или их совокупность;
- ✓ Пропускать через пустотное пространство породы, флюиды.

С позиций системного подхода порода-коллектор может быть представлена в виде сложной системы, включающей три подсистемы:

- ✓ 1-я подсистема - твердая фаза породы;
- ✓ 2-я подсистема - пустотное пространство природы;
- ✓ 3-я подсистема - водо-нефте-газовая фаза природы.

Данные подсистемы находятся в тесном взаимодействии и взаимозависимости и в совокупности составляют целостную систему «порода-коллектор», которая в свою очередь является элементом более сложной системы «пласт-коллектор». Каждая из подсистем состоит из ряда элементов, определяющих ее сложность:

- ✓ для первой подсистемы - это минералы, обломки (фрагменты) пород, зерна, цемент, включения, остатки организмов и т.д.
- ✓ для второй подсистемы – это пустоты различного типа, формы, генезиса, объема, структуры и т.д.
- ✓ для третьей подсистемы – это свободная и остаточная вода, нефть, газ, водонефтяные, газонефтяные, газоконденсатные смеси.

Каждая из рассмотренных выше подсистем, элементы их составляющие, определяются системой параметров, характеризующих элементы подсистемы и в целом систему «порода-коллектор».

Для первой подсистемы можно выделить две группы параметров: литологические и постседиментационных преобразований. Первая группа характеризует литологический состав твердой фазы породы (обломочный, карбонатный, глинистый, магматический, метаморфический, кремнистый, сульфатный) и литолого-структурные параметры (минеральный состав, гранулометрический состав, тип и состав цемента, отсортированность, текстура). Вторая группа включает в себя параметры, определяющие степень влияния следующих постседиментационных процессов: уплотнения, цементации, доломитизации окремнения, выщелачивания, растворения, кальцитизации, перекристаллизации, глинизации, асфальтизации, стилолитизации, растрескивания. Вторая подсистема характеризуется генезисом, типами, структурой, емкостью и проницаемостью пустот. И, наконец, третья подсистема характеризуется такими параметрами как: водонасыщенность, газонасыщенность, нефтенасыщенность, содержание остаточной воды. Все рассмотренные выше параметры могут быть выражены как качественно (в абсолютном исчислении соответствующей размерности, процентом соотношений, относительном исчислении и т.д.).

Таким образом, каждой из подсистем породы-коллектора соответствуют группы параметров, определяющих статус подсистемы, а в совокупности – статус системы «порода-коллектор». Между параметрами, как в пределах подсистемы, так и между ними, существуют тесные взаимные связи и зависимости. Приведенная выше система параметров может служить основой для систематизации пород-коллекторов и их классификации.

Рассмотрим представленную выше систему параметров с позиций их соответствия универсальным классификационным принципам (А.Ф.Белоусов 1985 г.) и выделим группы основных классификационных показателей. К ним относятся прежде всего основные физические свойства, определяющие породу-коллектор: емкость и проницаемость. Причем в качестве универсальных классификационных видов более пригодны порядковые или количественные признаки, а из качественных те, для которых возможна порядковая или количественная интерпретация.

Петрохимические данные учитываются для пород коллекторов при изучении характера влияния таких постседиментационных процессов как кальцитизация, доломитезация, окремнение, асфальтизация, а также при изучении карбонатности и глинистости.

Минеральный состав, в плане количественной оценки содержания минералов, а также структурно-текстурные классификационные показатели широко используются при классификации пород-коллекторов и входят в группу литологических параметров.

Геохронологические показатели чаще всего учитываются при проведении локальных (местных) классификаций для пород-коллекторов данного конкретного стратиграфического подразделения. В унифицированных классификациях этот показатель практически не учитывается, хотя, в принципе, его использование в качестве универсального имеет то же методологическое основание, что и для других петрофизических свойств.

Технологические показатели характеризуют прикладные свойства горных пород как полезных ископаемых и элементов окружающей среды человека. К породам-коллекторам эти показатели могут быть применены, как и к горным породам, но уже за пределами их рассмотрения как коллекторов.

Петрогенетические показатели породы-коллектора учитывают как исходное вещество (литологические параметры), так и сложные петрогенетические процессы, обуславливающие образование и преобразование пород-коллекторов (литологические параметры, параметры постседиментационных процессов).

Фациальная принадлежность породы-коллектора может быть выражена условиями формирования породы, сопряженными с петрогенетическими, петрофизическими и структурно-текстурными показателями. Фациальный показатель особенно важен при палеогеологических исследованиях, в том числе и пород-коллекторов.

И, наконец, формационная принадлежность породы-коллектора при их классификации не используется, хотя при изучении пород-коллекторов достаточно широко практикуется их соответствие тем или иным типам породных ассоциаций.

Таким образом, представленную выше систему параметров можно с достаточным основанием принять за систему универсальных классификационных показателей при проведении классификационных исследований пород-коллекторов.

Литература:

1. Аверьянов А.Н. Системное познание мира: Методологические проблемы. – М.: Политиздат, 1985
2. Кедров Б.М. О современной классификации наук (Основные тенденции в её эволюции). Библиотечка «Философия и современное естествознание». Выпуск 3 - М.: Знание, 1982
3. Круть И.В. Введение в общую теорию Земли. – М.: Мысль, 1972

МАТЕРИАЛЬНЫЙ МИР (ПРИРОДА)

МИКРОМИР			МАКРОМИР		МЕГАМИР		
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Электроны, протоны, нейтроны и др.	Атомы, ионы	Минералы (химические содержания)	Горные породы, рудные тела	Земля (земная кора)	Солнечная система	Галактика	Система галактик (метагалактика)
Физико-химические науки			Геологические науки		Космологические науки		
Атомная (ядерная) физика	Химия Минералогия Физика (кристаллография)		Петрография Учение о полезных ископаемых	Геология (палеонтология)	Астрономия		

Переходные науки, изучающие химические формы движения (развития) материи

Квантовая химия	Кристаллография (физическая химия) Петрохимия	Петрохимия	Геохимия (биогеохимия)	Космохимия

Переходные науки, изучающие физические формы движения материи

Квантовая механика Физика минералов	Классическая механика Физика горных пород	(Механика земных масс) Геофизика	Механика небесных тел Космофизика

Абстрактная наука, изучающая количественные отношения (величину и пространственные формы) вечно движущейся материи

Математика

Рис.1 Взаимосвязь главных естественных наук с различными формами дискретной материи. (А.С.Поваренных, 1970 г.)

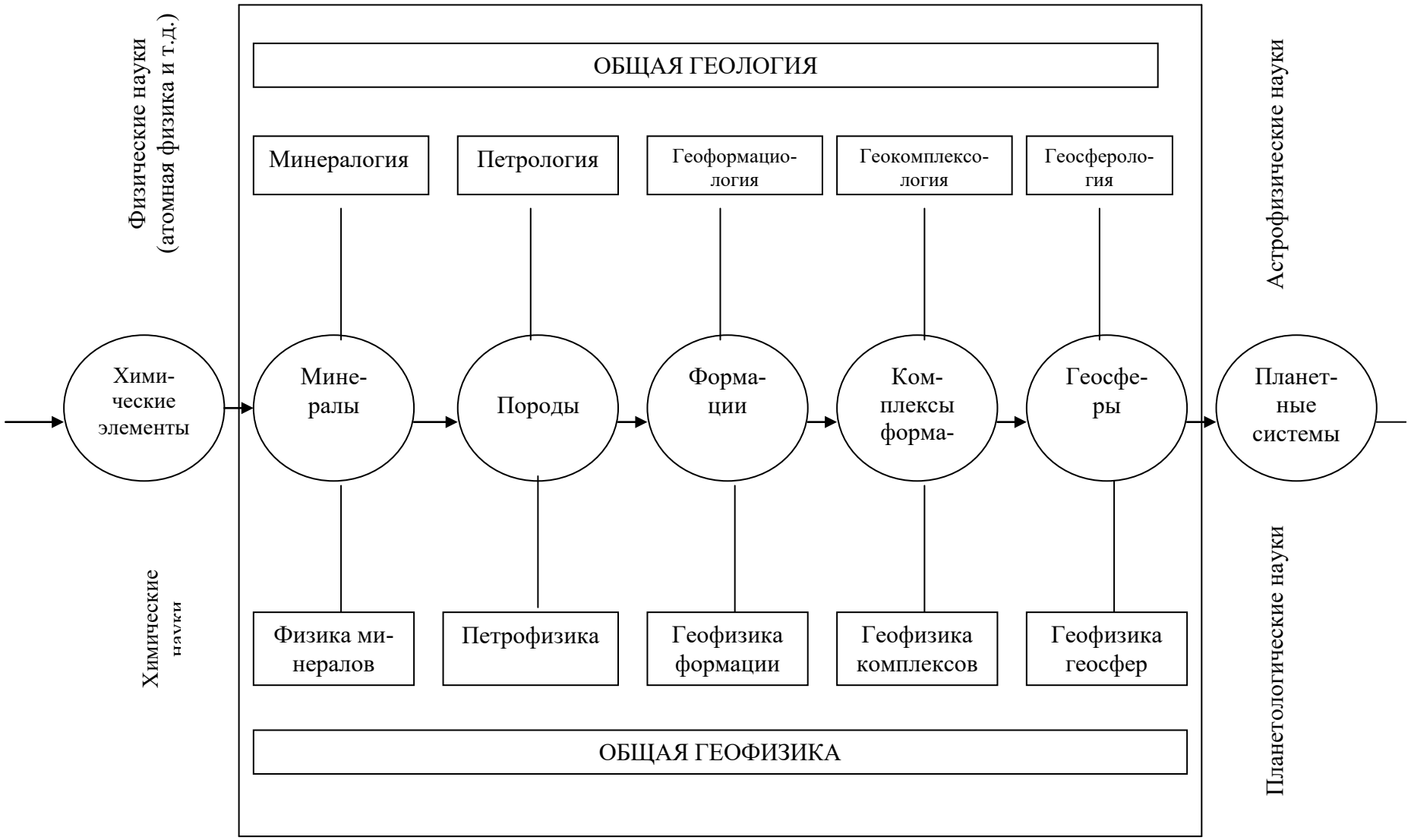


Рис.3. Система объективных геолого-геофизических наук. По В.А.Кулындышеву и др. (1980г.)

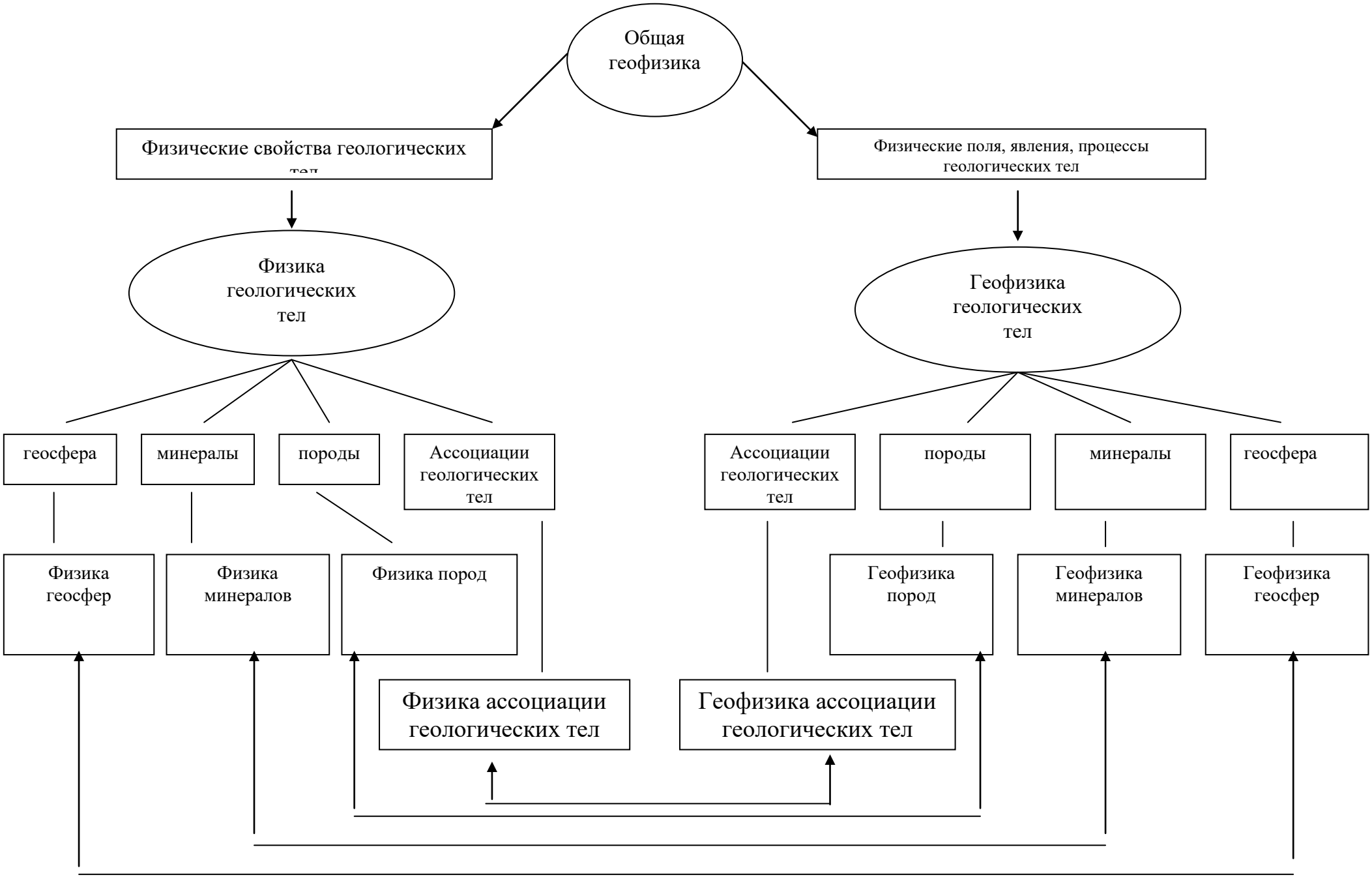


Рис.15. Структурная схема интегрирующих наук геофизического цикла

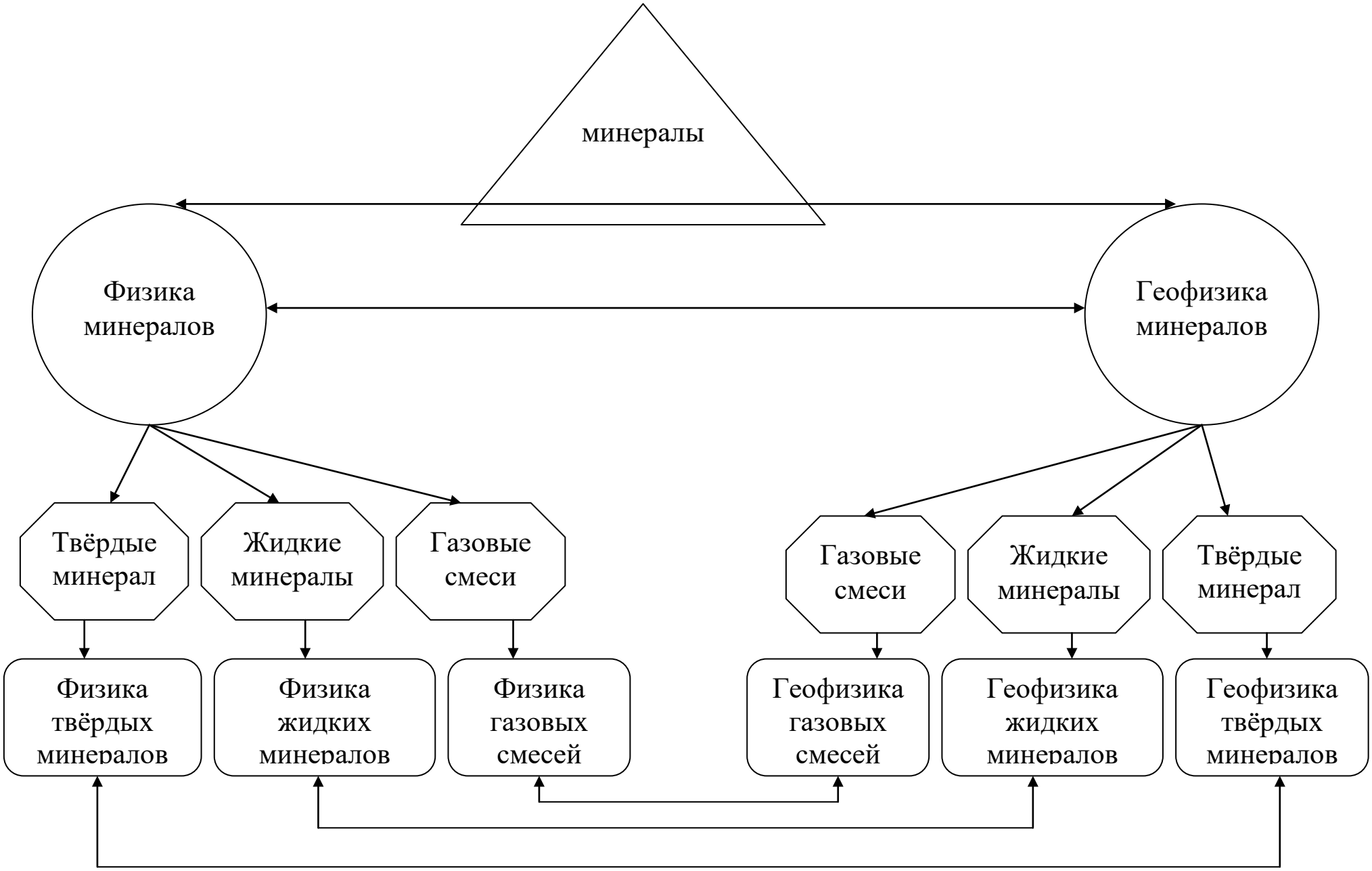


Рис.16. Структурная схема геофизических наук минерального уровня организации

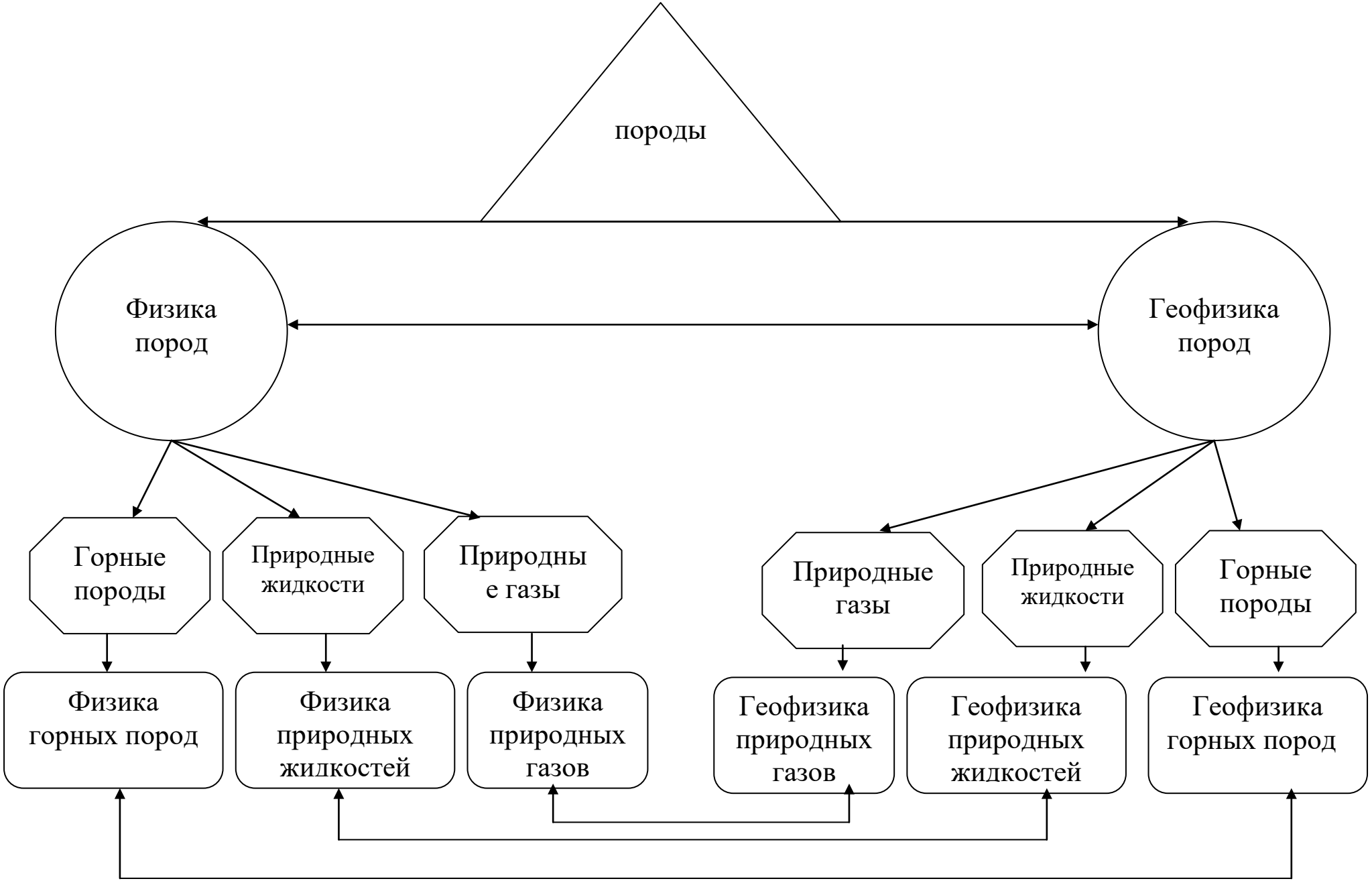


Рис.17. Структурная схема геофизических наук породного уровня организации

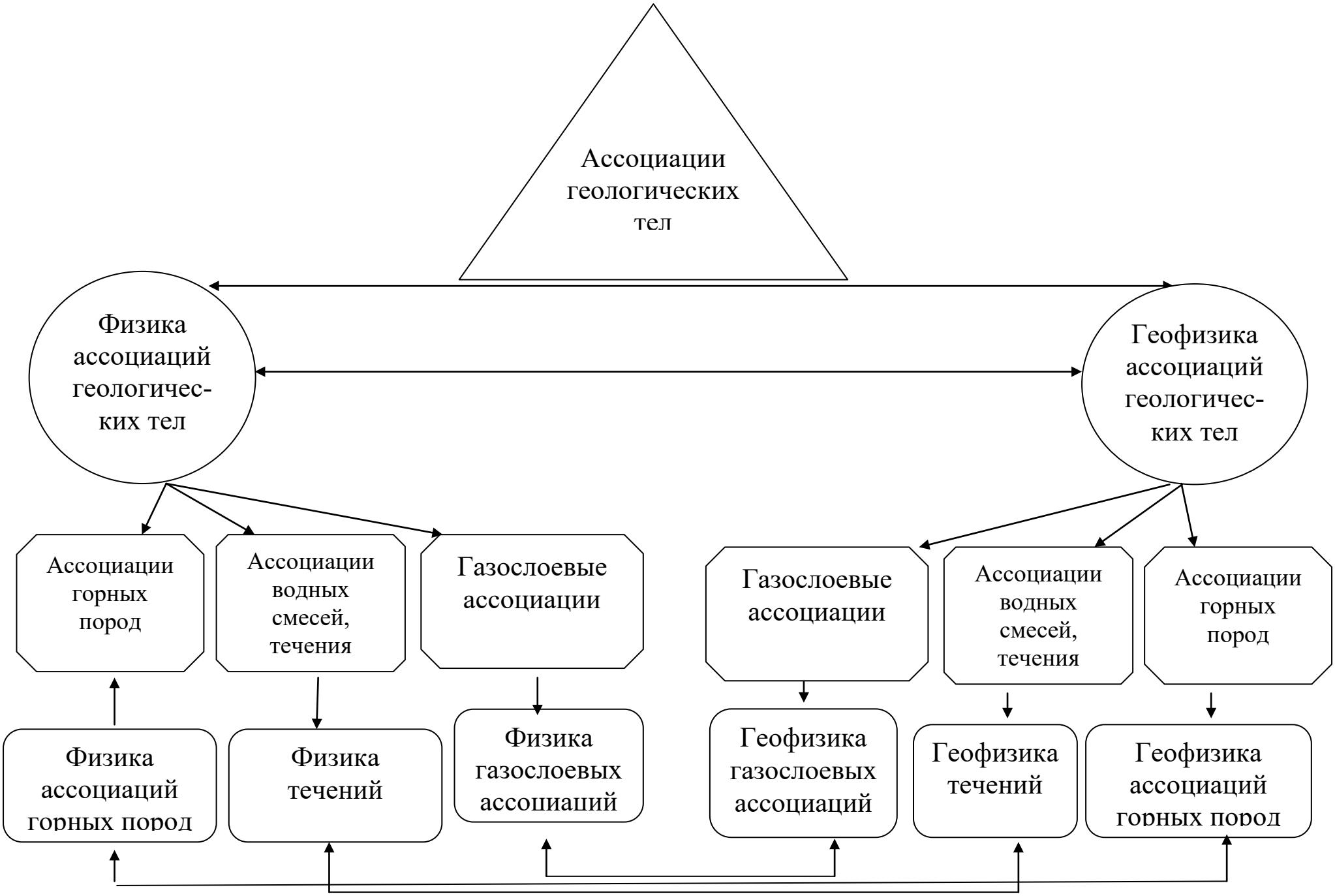


Рис. 18 Структурная схема геофизических наук уровня ассоциации геологических тел

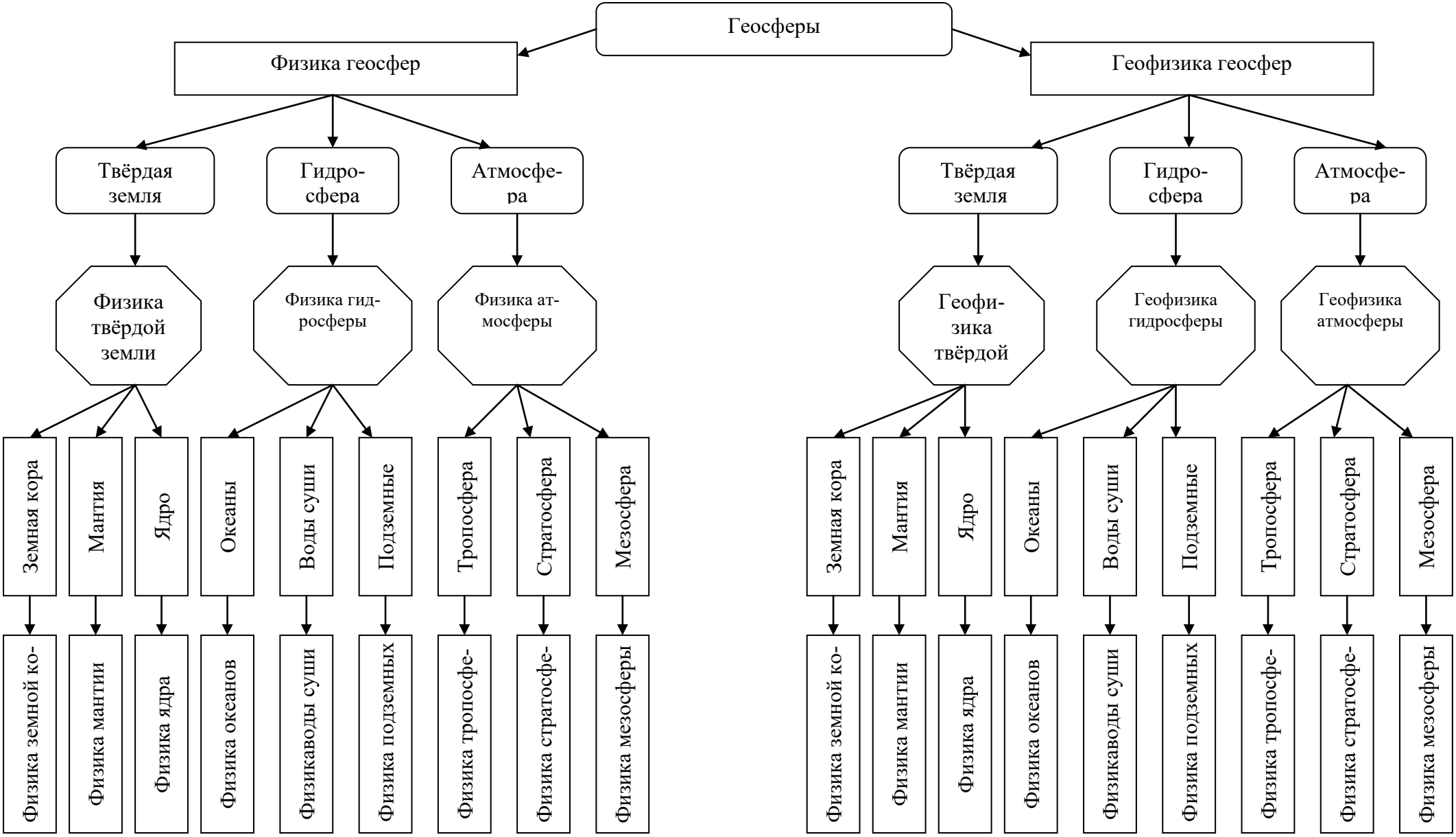


Рис.19 Структурная схема геофизических наук геосферного уровня организации

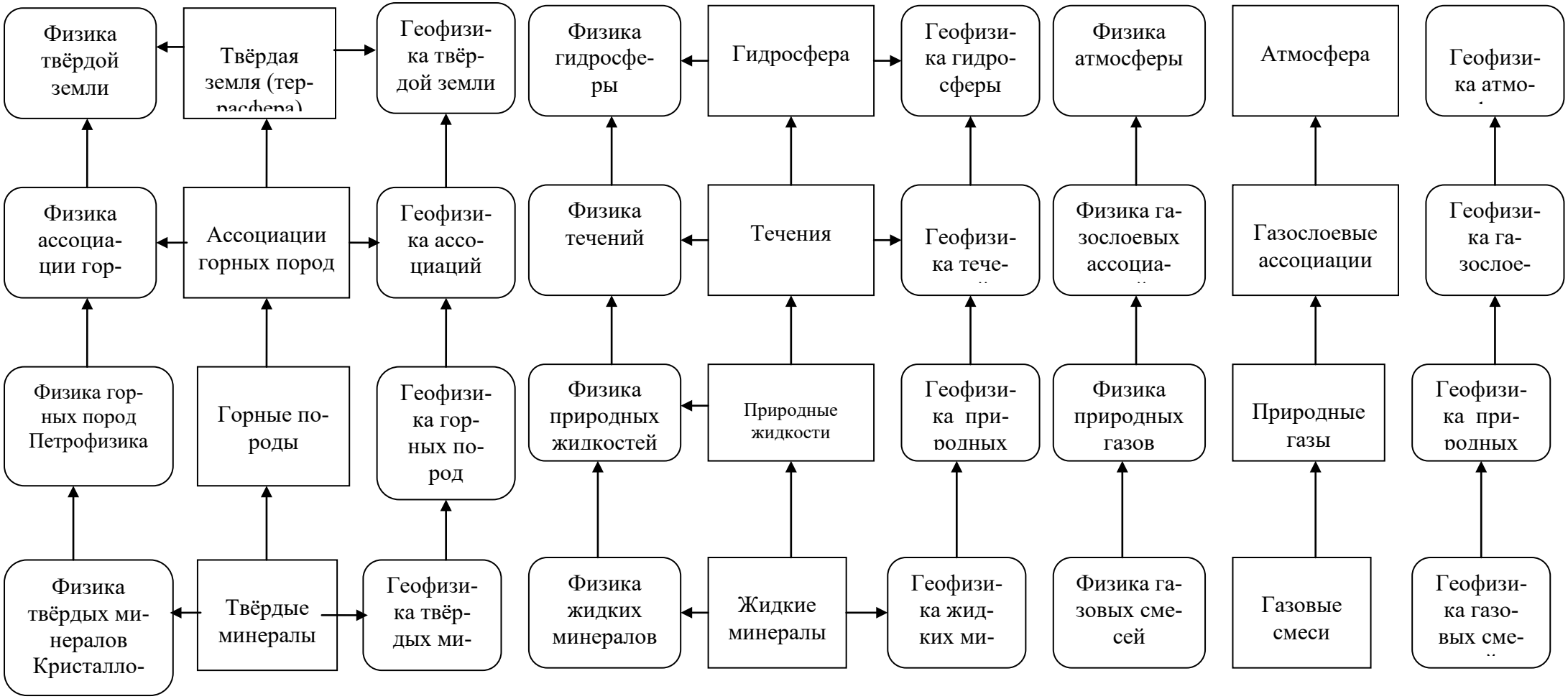


Рис.20 Схема иерархии геологических объектов и геофизических наук основных геосфер

Таблица 2

Иерархия геологических объектов
(Косыгин и др., 1972)

Уровни организации	Ранги объектов	Объекты	Формы обособления объектов	Науки об объектах		Науки о структуре объектов	
				сложившиеся	намечающиеся	сложившиеся	намечающиеся
Атомно-молекулярный	1	Минералы	Кристаллы, зёрна, аморфные массы и др.	Минералогия		Структурная Кристаллография	
Планетарный	2	Породы	Слои, пласты, покровы, жилы, дайки, массивы и др.	Петрография		Петротектоника	
	3	Геологические формации	Пачки, свиты, серии, сложные интрузивы и др.	Учение о формационных рядах	Учение о формационных рядах	Структурная геология	Тектоника формаций
	4	Формационные ряды	Геосинклинальные орогенные ярусы и др.	Тектоника		Стратиграфия	Тектоника формационных рядов
	5	Формационные комплексы	Геосинклинальные (складчатые)системы, покровные комплексы и др.	Физика	Учение о формационных рядах		Тектоника формационных комплексов
	6	Геосферы	Литосфера Астеносфера и др.	План	Учение о геосферах		Тектоника геосфер
	7	Планеты	Планеты и спутники				Тектоника планет

Таблица 3

Взаимосвязь геологических наук с изучаемыми объектами
(Герасимов, 1975)

Структурный уровень	Форма обособления объектов	Науки о составе и свойствах объектов		Науки о структурах объектов	
		сложившиеся	намечающиеся	сложившиеся	намечающиеся
Планетарный	Планеты и их спутники	Астрометрия, общая геология	Планетология	Астрометрия, геодезия, геоморфология	Планетарная тектоника
Геосферный	Гидросфера, литосфера, астеносфера	Гидрология, тектоника, геофизика	Учение о геосферах	Тектоника	Тектоника геосфер
“Слоёв земной коры”	Осадочный, “гранитный”, “базальтовый”, слои	Тектоника, геофизика	Учение о “слоях”	Тектоника	Тектоника “слоёв”
Формационный	Пачки, серии, свиты, комплексы и др.	Учение о формациях	_	Тектоника, стратиграфия	Тектоника формаций
Породный	Слои, пласты, жилы, дайки и др.	Петрография, литология	_	Структурная геология, стратиграфия	_
Минеральный	Кристаллы, зёрна, аморфные массы	Минералогия, кристаллохимия	_	Геометрическая кристаллография	_
Молекулярный	Химические элементы и их соединения	Физика, геохимия	_	_	_
Атомный	Атомы, ионы, плазма	Химия	-	-	-
Ядерный	Ядра атомов, их изотопы	Ядерная физика, ядерная геология	_	_	_
Элементарных частиц	Электроны, фотоны, нейтроны и др.	Физика элементарных частиц	_	_	_

Таблица 4

Принципиальная схема систематизации геологических и смежных наук (отраслей знания) (по И.Ф.Зубкову, 1979)

Исторический материализм															
▼*	Кибернетика														
▼	▼	Социология													
▼	▼	▼	Биология												
Философские проблемы геологии	Кибернетическая геология	Антропогеология	Биогеология	Геология											
▼	▼	▼	Биография	Экзогеология*	География										
▼	▼	▼	Ксмобиология	Космогеология	▼	Астрономия									
▼	▼	Учение о ноосфере	Учение о биосфере	Планетарная геология	▼	Учение о солнечной системе	Планетология								
▼	▼	▼	Биопетрология	Петрогеология*	▼	▼	Петрология	Петрология							
▼	▼	▼	Биоминералогия	Геоминералогия	▼	Космическая минералогия	Минералогия планет	Петроминералогия	Минералогия						
▼	▼	▼	Биохимия	Гидрогеохимия	Геохимия	Космохимия	Химия планет	Петрохимия	Минералохимия	Химия					
▼	▼	▼	▼	Геохимия	Физика географической сферы	Астрофизика	Физика планет	Петрофизика	Минералофизика	Физика	Ядерная физика				
▼	▼	▼	Биофизика	Ядерная геология											
▼	▼	▼		Геофизика						Химфизика	▼	Физика элементарных частиц			
▼	▼	▼									▼	▼	Физика полей		
▼	▼	▼	Биомеханика	Механика геосферы	▼	▼	Механика планет	▼	▼	▼	▼	▼	▼	Механика	
▼	▼	▼	Математическая	Математическая	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	Математика
Философия	▼	▼	▼	Философские проблемы геологии	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	Диалектический материализм

А – расшифровка клеточки «геология»

– граница между общими науками и науками об отдельных формах движения материи

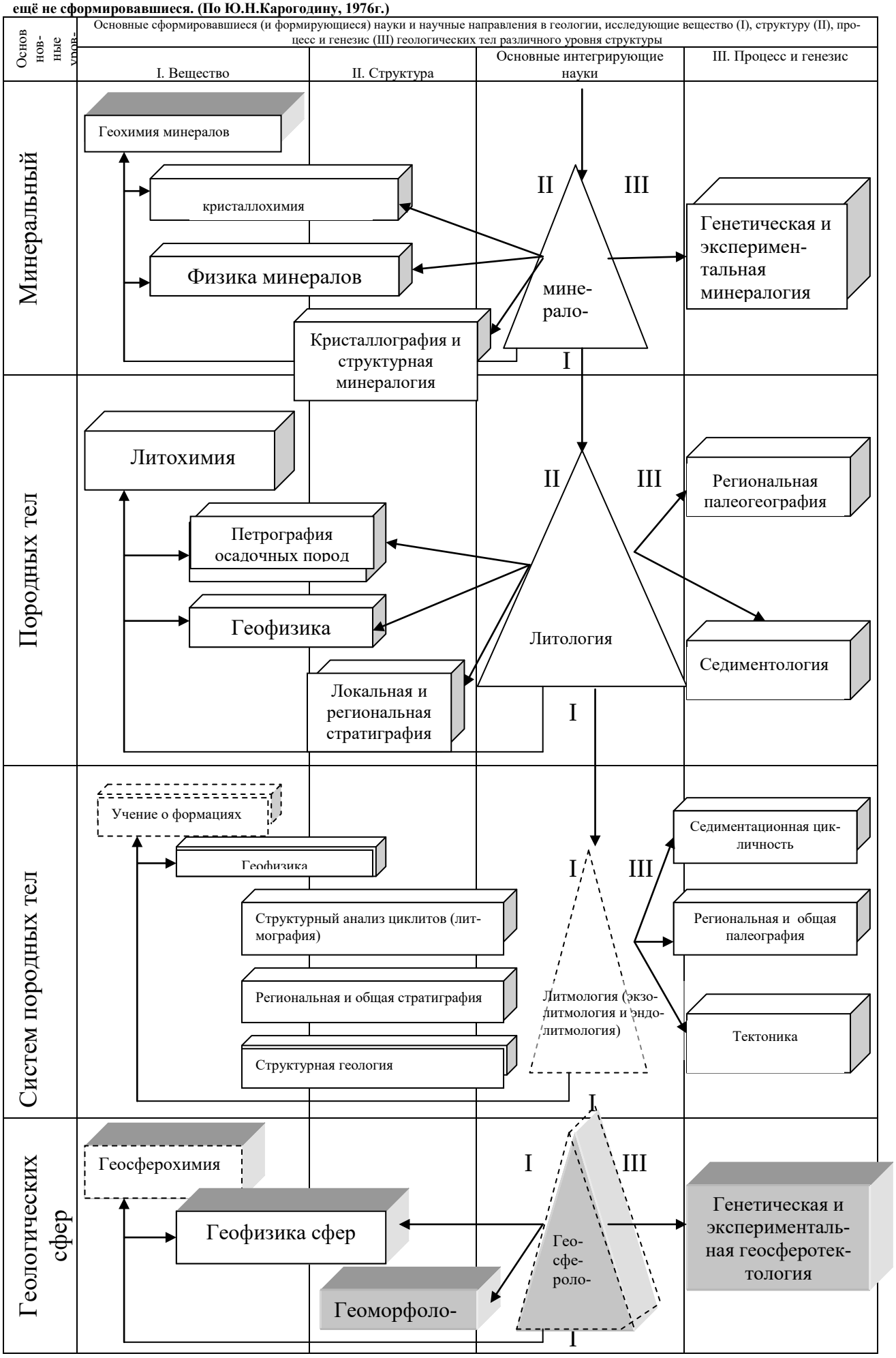
* – науки с условными названиями

▼ – прочие гибридные науки

Таблица 5

Иерархия геологических тел и соответствующие им науки
(Бакиров, 1978)

Уровни организации вещества Земли и соответствующие им науки		Структуры (строение) геологических тел и соответствующие им науки					
		Первичные		Вторичные	Деформированные		
Минералы	Минералогия	Кристаллы	Кристалло-графия	Дислоицированные кристаллы	Деформация геологических тел	Микрострук-турный анализ	Тектоника
Горные породы: а) осадочные, б) магматические и метаморфические	А) литология Б) петрология	Структуры и текстуры пород	Учение о структурах и текстурах пород	Мелкая складчатость, трещинова-тость текстуры		Структурная петрология	
Геологические формации	Учение о геологических формациях (формациоло-гия)	Структура (строение) формаций	Не отпочкова-лось учение о формациях	Деформация формаций		Региональная тектоника	
Комплексы (группы, ряды)	Учение о комплексах формаций	Структура комплексов формаций	Не отпочкова-лось учение о комплексах формаций	Деформация комплексов формаций		Региональная тектоника	
Геосферы (геооболочки)	Учение о геосферах	Структура геосфер	Не отпочкова-лось учение о геосферах	Деформация геосфер		Региональная тектоника	
Земля (планета)	Планетарная геология	Структура Земли	Не отпочкова-лась планетарная геология	Глобальные деформации		Глобальная тектоника	

Таблица 6

Принципиальная схема субординации и взаимосвязи основных интегрирующих наук геологии и самостоятельных наук в их составе, предметом изучения которых являются геологические тела основных уровней структуры. Пунктиром показаны науки, ещё не сформировавшиеся. (По Ю.Н.Карогодину, 1976г.)