

## Часть вторая. Внутренние геологические процессы Земли

### Тема 7. Геология как наука, его главные задачи и связь с другими науками о Земле

Главной задачей геологии была и остается **поиски** необходимых для общества **полезных ископаемых**. В каменном веке искали крепкие породы и минералы, из чего готовили острые орудия труда: каменные топоры, ножи, скребки, концы копья и стрелы и др. Они добились удивительного мастерства в этом деле без современных точил и других предметов труда, материал (халцедон, кварц и др.) был очень хрупкий. Затем человечество научилось пользоваться металлами: медью, цинком, оловом, свинцом и железом.

Сейчас в руках геологов умные машины и приборы, которые помогают планомерно вести геологические поисковые работы и систематическое геологическое картирование. Это необходимо для выявления новых месторождений нефти и газа, каменного угля, руды различных металлов, нерудных полезных ископаемых, строительных каменных материалов. В Эстонии геологи ищут и уточняют запасы горючих сланцев, строительного камня, гравия, песка, глины, материалов для строения дорог.

Геология подразделяется на различные ветви. **Общая** или **физическая геология** изучает всех различных геологических объектов и процессов, их взаимосвязей. Общая геология тесно связана с **геотектоникой** (изучает строение Земли и эволюцию). **Структурная геология** (изучает формирование складок и разломов, их ориентировок и особенностей строения), **минералогия** (изучает различные минералы, их сообщества, условия формирования), **кристаллография** изучает кристаллическую решетку минералов, **литология** (занимается изучением условий формирования осадочных пород), **петрография** описывает и систематизирует все горные породы, **петрология** занимается в изучением магматических и метаморфических процессов, условия формирования кристаллических пород. Поскольку вулканы создают много неудобств для населения вокруг них, ими занимается специальная геологическая наука – **вулканология**. Сейсмические события фиксирует и изучает наука **сейсмология**. Вулканы и землетрясения приурочены к границам литосферных плит.

Объектом изучения **геохимии** является химический состав Земли и распространение химических элементов, в том числе ядовитых и опасных для человека элементов. **Геохимия** тесно связано с общей химией. **Геофизика** изучает земную кору и строение внутреннего строения Земли в целом различными геофизическими методами и аппаратурой. **Историческая геология** старается все геологические события поставить в четкую последовательность, а **геохронология** – дать каждому событию абсолютный возраст. **Палеонтология** выясняет по следам живых организмов этапы эволюции животного и растительного мира за длительное геологическое развитие Земли, что достигает 4600 млн. лет. **Стратиграфия** определяет геологическую последовательность всех осадочных пород, наличие несогласий и перерывов в осадконакоплении. **Гидрогеология** изучает подземные воды, их состав, движение, закономерности заполнения их запасов и возможности их использования для обеспечения населения питьевой водой. **Строительная геология** или **инженерная геология** изучает устойчивость склонов, грунтов и почв под планируемыми зданиями и строениями, при строении крупных объектов. У строительной геологии тесная связь с **геотехникой** или **наукой о почвах**, потому что именно геотехнические тесты, испытания и анализы является исходными данными для инженерных расчетов.

Особо тесно связана геология добычей полезных ископаемых. **Учение о полезных ископаемых** способствует нахождению новых месторождений полезных ископаемых. Их необходимо затем разведать, оценить их качество и запасы. Затем месторождение переходит в руки горняков. В каждой шахте должен быть специалист, **рудничный геолог** для оценки количественной оценки добытого полезного ископаемого вместе с маркшейдером и для постоянного контроля над безопасностью горных работ.

**Геология** тесно связана с такими соседними науками как геодезия, физическая география, биология, почвоведение, гидрология, климатология, океанография, физика, математикой, химия и др.

Самой важной и необходимой геологической работой является геологическое картирование. В настоящее время среднемасштабные (1:100 000–1:50 000) карты составляются только комплектами, куда входят карты: коренных пород, четвертичных отложений, гидрогеология и защищенность подземных вод, полезных ископаемых и др., в зависимости от сложности внутреннего строения района.

### Тема 8. Планета Земля, ее размеры, строение земной коры, мантии и ядра

**Земля** является третьей планетой Солнечной системы. Радиус Земли на экваторе составляет 6378 км, а на полюсе – 6357 км. Площадь 510 083 000 км<sup>2</sup>, из них под водой 361 455 000 км<sup>2</sup> и площади всей суши – 148 648 000 км<sup>2</sup>. Средняя плотность – 5,518 г/см<sup>3</sup>. Возраст более 4600 млн. лет. Средняя глубина Мирового океана 3930 м, а средняя высота над океанами на суше составляет 790 м. Средняя температура на Земле - + 15°C. Толщина атмосферы достигает 400-700 км. Самое глубокое место в океане – Марианский желоб, глубиной 11 034 м. Максимальная глубина Балтийского моря составляет 470 м.

Самым большим континентом является Азия – 44,413 млн. км<sup>2</sup>, вместе с Европой они образуют самую крупную материковую плиту планеты – 54,940 млн. км<sup>2</sup>. Самый маленький континент Австралия, всего 7,688 млн. км<sup>2</sup>. Самым большим островом планеты является Гренландия – 2, 175 км<sup>2</sup>.

#### 8.1. Строение земной коры, литосферы, мантии и ядра

**Земная кора** образует самую верхнюю часть планеты Земля, под океанами мощность не превышает 7-9 км, а в рифтах (глубоких долинах) центрально-океанической коры может быть меньше 2 км. Материковая земная кора намного толще океанической, средняя ее мощность составляет 35.40 км, а под горами может составлять даже 75 км. Постепенно горы в ходе длительной эрозии горы разрушают внешние геологические процессы. Вместо гор остается равнина с земной корой, мощностью до 40-50 км, иногда и больше. В южной части Финляндии, где 1,88 млрд. лет назад были высокие горы, местами и сейчас земная гора имеет мощность 65 км.

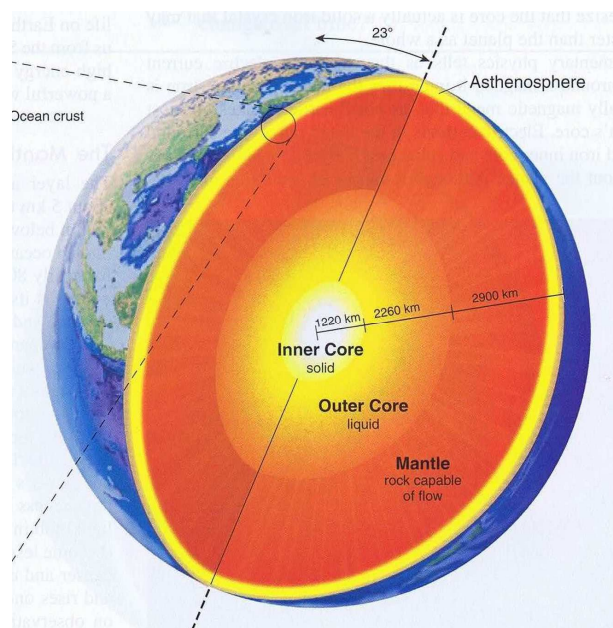


Рис.1. Внутреннее строение Земли. Ядро, мантия и земная кора.

Земная кора составляет только самую верхнюю часть **литосферы**, твердой оболочки планеты Земля. Под ним расположена затвердевшая часть мантии, которая как бы примерзла к верхней коре. Мощность всей литосферы составляет около 150 км, литосфера немного толще под материками и меньше под океанами, примерно настолько, сколько океаны возвышаются над океанами. Под литосферой расположена расплавленная зона – астеносфера, мощностью около 230 км, по нему дрейфуют плиты литосферы. Мантия состоит из двух частей, верхней мантии до глубины около 680 км и нижней мантии с глубины 680 км до 2900 км. Дальше идет уже ядро Земли, которая состоит из внешнего расплавленного ядра, мощностью 2260 км, и твердого внутреннего ядра, радиусом 1220 км (Рис.1).

Океаническая земная кора моложе, обычно состоит из четырех слоев: дайка в дайке зона расположена внизу, здесь застывала в трещинах магма, которая внедрилась в трещину, когда материковые плиты расходились. Такие трещины сейчас каждый год формируются и заполняются магмой в Исландии, за счет них территории страны увеличивается, западная и восточная части расходятся со скоростью 22 мм в год. В этих трещинах некоторое время действуют вулканы, которые формируют следующий слой – толщу шаровых лав, мощностью также около 2 км. Мощность осадков в центральных частях океанов не превышает 1 км.

## 8.2. Основные структурные элементы континентов

**Континентальные платформы** характеризуются выровненным низменным или низким плоскогорным рельефом и мощностью земной коры континентального типа 30-45 км. Общая сейсмическая активность таких площадей слабая, тепловой поток пониженный, вулканическая деятельность, чаще всего, отсутствует. Это наиболее устойчивые и спокойные области континентов. Часть территории платформ может быть покрыта водами внутренних морей (как Балтийская, Белое, Азовское и др.). Строение платформ, например, Русской, состоит обычно из двух структурных этажей, кристаллического фундамента и осадочного чехла. Такая ситуация и в Эстонии, территория которой расположена на северо-западном краю Русской платформы. Фундамент представлен кристаллическими метаморфическими и магматическими породами, верхний чехол состоит из различных осадочных пород: глины, песчаников, известняков, доломитов, мергелей и доломитных мергелей (домеритов), прослоями могут встречаться прослойки вулканического пепла, органических горючих полезных ископаемых (каменный и бурый уголь, горючий сланец, каменная соль, гипс и др.).

Древние платформы занимают около 40% суши, крупнейшие из них: Восточно-Европейская, Сибирская, Южно- и Северо-Американская, Африканская, Австралийская. Они, как правило, ограничены краевыми швами – крупными глубинными разломами и окаймлены складчатыми поясами. Размеры древних платформ достигают 2200 x 2800 км (Восточно-Европейская платформа) и 3500 x 4000 км (Северо-Американская), другие немного меньше.

**Щиты** являются характерными структурами древних платформ, на них отсутствует осадочный чехол, поскольку они испытывают устойчивое поднятие. Ближе всего к нам Фенноскандинавский щит, на южном краю расположена маленькая Эстония.

В океанах мы рассмотрели **срединно-океанические хребты**, которые через океаны соединились в общемировую сеть общей длиной до 60 тысяч км. Знаем, что вдоль западного берега Северо- и Южно-Американского континента прослеживается **складчатый пояс** Анды-Кордильеры. Такие пояса образуются при столкновении континентов или при **субдукции** (ныряние или поддвигание) океанической плиты под материк. Они образовались и в геологическом прошлом. Такими являются, например, Скандинавские горы Норвегии и Швеции.

## 8.3. Глубинные разломы

На континентах **глубинные разломы** разделяют крупные блоки земной коры, могут достигать в длину 2000 км, как Главный Уральский разлом. Глубинным разломам характерно

наличие метаморфических преобразований в горных породах, проявление магматической деятельности разного типа, интенсивной складчатости и динамометаморфизма (преобразование пород при сжатии, без участия тепла магмы).

### Тема 9. Магматическая деятельность

Магмой называют расплавленную огненно-жидкую силикатную массу, которая образуется внутри верхней мантии и поднимается в земную кору или изливается на поверхность земли. Такую магму называют лавой, она изливается из вулканов или трещин. Температура лав при формировании может быть до 1800°C. Плотность жидких магм до 10% меньше, чем у пород, которые из них кристаллизуются. Магма, как и магматические горные породы, выделяются в пять групп: **кислые магмы** (содержание SiO<sub>2</sub> более 65%), **средние магмы** (SiO<sub>2</sub> 65-52%), **основные магмы** (SiO<sub>2</sub> 52-45%), **ультраосновные магмы** (содержание SiO<sub>2</sub> менее 45%), пятую группу образуют **щелочные породы**, которые содержат много щелочных металлов Na, K и Li.

Если магматические породы застывают на некоторой глубине в земной коре их называют **интрузивными породами**, а изливающиеся на землю **вулканическими породами**.

#### 9.1. Интрузивные породы

**Интрузивные магматические породы** внедрились в земную кору расплавленной каменной массой, которая находит или под давлением образует на некоторой глубине камеру и кристаллизуется в интрузивное тело различной формы. Магма застывает в таких условиях медленно, результатом при этом образуются полнокристаллические породы. В зависимости от глубины застывания магмы выделяются сформированные под толщей пород 4-5 км **глубинные** или **абиссальные массивы**. На относительно небольшой глубине застывающие магматические породы называют **гипабиссальными** или **малой глубины массивами**. Они не успевают кристаллизоваться до конца и образуют мелкозернистые, порфиоровые или вкапленниками породы, порфириты и порфиры. **Дайки** представляют собой мелкие тела, крутопадающие заполненные застывшей магмой полости, мощностью от нескольких см и длиной до нескольких км, редко сотни км.

**Пегматитовая стадия** начинается с того момента, когда температура магматического расплава понизится до 700-800° С. Преобладают гранитные, самые низкотемпературные магмы, которые кристаллизуются из остаточной магмы, обогащенной летучими компонентами и газодонными растворами. Образуются своеобразные крупнозернистые породы, где отдельные кристаллы могут достигать нескольких метров. Пегматиты содержат часто драгоценные камни, минералов содержащие редкие элементы: Li, Be, Rb, Cs, Sn, W, Th, U, Nb, Ta и ценные минералы, полевые шпаты для керамики, мусковит, горный хрусталь.

**Гидротермальная стадия** завершает застывание крупных гранитных массивов, когда температура понизится до 600-700°C, когда гидротермы начинают пробиваться во вмещающие боковые породы и реагировать с ними. Окружающие породы могут быть своего рода геохимическими барьерами, где будут выпадать из термических растворов разные редкие элементы, как Sn, W, As, Bi, Au, Cu, Zn, Pb, Ag, Sb, Hg, В и др. Гидротермальные жилы являются **высокотемпературными** (500-300°C), **среднетемпературными** (300-200°C) и **низкотемпературными** (200-50°C). Такие же температуры существуют в различных горячих источниках при вулканах или вулканических территориях.

#### 9.2. Вулканическая деятельность и вулканические породы

Магма по разным путям может выходить на земную поверхность и образовать своеобразные геологические тела и формы рельефа, конусы с дымящими вершинами - **вулканы**.

Действующими считают тех, которые извергаются сейчас или делали это в течение исторического времени, в течение последних 3500 лет. Потенциально действующими или уснувшими) считают тех, которые извергались 3500-13500 лет назад. В настоящее время

известно 947 действующих вулканов (1980 г.) и 1343 уснувших вулканов. Они расположены неравно-мерно, много их в Тихом океане, в пределах зон субдукций, где океаническое дно погружается под край материка, в срединно-океанических хребтах, в рифтовых зонах. Конусы вулканов обычно крутыми склонами, до 40° и более. Формируется конус из материала выбросов, что содержит различные компоненты: вулканический песок, лапилли, пыль, вулканические бомбы и глыбы. Последние могут достигать в поперечнике 10 м и более и подняться в воздух до 1 км.

По составу магмы вулканы такие же, как все магматические породы. Больше всего газов и пепла у кислых магм, они поднимают в небо облако высотой до 100 км. Зато очень мало лавы и скорость лавы не быстрая. Основные лавы имеют скорость потока до 60 км в час. Вулканический пепел чрезвычайно горячий, его температура достигает 1000°C. Именно, горячее облако вулканического пепла задушило жителей Помпея в Италии. Они не хотели покинуть свой дом и богатство. **Горячий пепел** нагрел воздух до 800-900°C, чего не выдержали легкие.

Вокруг основных вулканов образуются лавовые языки и покровы, которые могут течь на сотни км и образовать лавовые покровы. Вулканический пепел образует прослойки туфов, более грубый материал – различные вулканические породы. Вулканические породы менее кристаллизованные, чем интрузивные. Крупные зерна в породе сохраняются, если они были в магме до извержения. Часто магма застывает в виде стекла, такую породу называют **обсидианом**. Среди пород много порфиритов и порфиров. Более редкими являются коматииты и коматиит-базальты.

## **Тема 10. Метаморфизм горных пород**

Под метаморфизмом понимают эндогенных процессов, которые происходят за счет внутреннего тепла Земли и флюидов, которые берут на себя перенос и обмен веществом. Температура при метаморфизме составляет 250-1100°C, началом считают температуру 250°C, потому что именно при этой температуре резко возрастает активность и скорость химических реакций.

### **10.1. Региональный метаморфизм**

При региональном метаморфизме происходят очень интенсивные тектонические движения, большие участки земной коры или сталкиваются и образуют горные хребты, как Кавказские горы или в свое время, около 400 млн. лет назад образовались Скандинавские горы. В зависимости от глубины, давления и температуры происходят метаморфические изменения в горных породах и минералах.

При региональном метаморфизме выделяют ряд фаций, которые указывают пределы изменений, которые могли происходить при одной или другой фации. Зеленосланцевые изменения (фация) проходит при температуре 250-550°C и давлении 1,5-4 кбар. Образуются зеленые сланцы. Гранулитовая фация протекает в условиях частичного плавления, температура остается в пределах 750-1100°C, давление составляет 6-11 кбар. Породы фундамента Эстонии претерпели такой метаморфизм, при этом образовались различные мигматиты, гнейсы с пироксеном и др.

### **10.2. Контактный метаморфизм**

Контактный метаморфизм легче понятен. Если на костре до красного нагреть камни и закопать их в песок под палаткой, то можно спокойно спать при любой температуре. При контактном метаморфизме в земную кору внедряется интрузивное тело и кристаллизуется там. Его температура значительно выше окружающих осадочных или метаморфических пород. Вода в них будет играть своеобразную роль теплового обменника. Контактный метаморфизм происходит обычно на контакте с крупными гранитными массивами, которых называют батолитами. Рижский массив такой и покрывает в кристаллическом фундаменте площадь 40 000 км<sup>2</sup>. Не только граниты образуют крупные массивы, в Карелии, на Кольском

полуострове и в Финляндии известны перидотит-габбро-норитовые расслоенные массивы, площадью 5-10 до 800 км<sup>2</sup>.

### 10.3. Динамометаморфизм

Своеобразен метаморфизм, происходящий при высоких напряжениях и при малой температуре, почти при поверхностных условиях. Чаще всего наблюдаются такие явления в надвигах, где пласты пород скользят друг по другу, при этом появляются борозды скольжения и порода нагревается. Минералы при трении превращаются в порошок, который указывает плоскость надвига.

При падении метеорита на землю возникают своего рода конусы удара. Если метеорит падает на Землю со скоростью 40 км/с или больше, то метеорит взрывается и от него остается очень мало кусков.

## Тема 11. Возраст горных пород и стратиграфическая шкала

**Возраст горных пород** может быть относительный и абсолютный или изотопный. При этом пользуются различными методами определения.

### 11.1. Относительный возраст

При относительном возрасте определяют, например, последовательность пластов и горизонтов в разрезе горных пород. Если разрез нормальный и не перевернутый тектоническими движениями и складчатостью, то породы в разрезе всегда древнее, чем вышележащие, поскольку образование разреза идет снизу вверх. Это хорошо видно на крутом берегу Северо-Эстонского клинта, где внизу у водопада Валасте обнажаются глины кембрийского пери-ода возрастом около 541-521 млн. лет, а выше залегают песчаники, темно-коричневые керогенные аргиллиты. Еще выше зеленые глауконитовые песчаники, которые все относятся к нижнему ордовика (возраст 485-470 млн. лет) и самую верхнюю часть занимают твердые и крепкие известняки среднего ордовика (470-458 млн. лет). Промышленный слой горючих сланцев расположен прямо у основания верхнего ордовика, его возраст 458 млн. лет. Возраст определен уже изотопными методами.

В магматических породах определяют последовательность пород по взаимным пересечениям даек или жил. Если одна дайка пересекает другую и разрывает более старую на две части, то она моложе. Абсолютный возраст определяют тогда уже изотопным методом.

### 11.2. Абсолютный возраст пород

Если возраст Земли превышает 4,6 млрд. лет, то возраст самых древних горных пород несколько меньше. А как определяют возраст горных пород? Сейчас мы знаем, что много минералов содержат в своем составе радиоактивные элементы, уран, торий, калий и др. Они излучают радиоактивные лучи:  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$  - лучи. При этом они превращаются в другие радиоактивные изотопы. Полуразпад главного и больше распространенного изотопа  $^{238}\text{U}$  продлится 4,5 миллиарда лет и конечным результатом он свинец  $^{206}\text{Pb}$  и  $^{207}\text{Pb}$ . По многим породам, которые содержат уран и свинец установлено, что **возраст образования Земли достигает 4,57 млрд. лет.**

### 11.3. Другие методы определения возраста

При относительной последовательности мы можем сказать, что мы имеем дело с нормальным разрезом, но не можем сказать, какого геологического возраста эти слои. Но в геологической истории происходила эволюция жизни на Земле. Палеонтология долгое время изучала различные следы жизни в слоях осадочных пород и установил последовательность живых организмов и растений, которые существовали в разные геологические эпохи. Была составлена стратиграфическая таблица, в которой для каждого вида было определено свое место или интервал существования в геологической истории Земли. Именно по стратиграфической шкале мы знаем, что наши осадочные породы принадлежат в основном к

нижней части палеозойской эры и только небольшая часть древнее и является частью эдиакарского периода, 635-541 млн. лет.

**Таблица 11.1. Общая стратиграфическая таблица для Эстонии**

Эон	Эры	Продолжительность	В Эстонии
Фанерозой	<b>Кайнозой эра</b>	<b>66 млн. лет и ныне</b>	<b>2, 588 – 0 млн. лет</b>
	Мезозойская эра	252 – 66 млн. лет	–
	<b>Палеозойская эра</b>	<b>541 – 252 млн. лет</b>	<b>541 – 358 млн. лет</b>
Протерозой	<b>Неопротерозой</b>	<b>1000 – 541</b>	<b>635 – 541 млн. лет</b>
	<b>Мезопротерозой</b>	<b>1600 – 1000</b>	<b>1600 – 1500 млн. лет</b>
	<b>Палеопротерозой</b>	<b>2500 – 541 mln a</b>	<b>2100 – 1600 млн. лет</b>
Архей	Неоархей	2800 – 2500 млн. лет	–
	Мезоархей	3200 – 2800 млн. лет	–
	Палеоархей	3600 – 3200 млн. лет	–
	Эоархей	4000 – 3600 млн. лет	–
	Хадеан	4600 – 4000 млн. лет	–

**Примечание:** Периоды образования коренных пород Эстонии в тексте синим цветом.

## Тема 12. Геологическое строение Эстонии и полезные ископаемые

Территория Эстонии расположена в северо-западной части Русской плиты, на южном склоне **Фенноскандинавской щиты**.

Кристаллический фундамент из докембрийских пород расположен на глубине 110 м на северном побережье Эстонии и 780 м на острове Рухну в Рижском заливе. Поверхность фундамента и всех осадочных пород слабо наклонена на юг (кембрийские – силурийские породы) и на юго-запад (девонские породы). Из-за этого образуется на северном берегу и на островах части рельеф виде куэст, где все породы слабо падают на юг, всего 3 м в среднем на один км. Этого достаточно, что с северной стороны блоков ограничит крутая стена, высотой в Ида-Вирумаа до 56 м.

Следует отметить, что количество зон разломов и других тектонических нарушений на платформенной части Русской платформы значительно меньше, чем всюду на древних щитах. Тем не менее, особенно сильно затронутой является территория Ида-Вирумаа, где в шахтах и карьерах выявлены многочисленные нарушения, складки, трещиноватые зоны и проявления карста. Отдельные крупные разломные зоны достигают длину 150 км и ширины до 4-5 км. А в целом, осадочный чехол довольно выдержанный и деформирован только участками. Они могут представлять трудности для поведения горных работ в сланцевых шахтах горючих сланцев. Ниже дается краткая информация о геологических образованиях Эстонии и полезных ископаемых.

### 12.1. Геологические образования Эстонии

Геологическое строение Эстонии состоит из трех разновозрастных геологических комплексов (снизу вверх): кристаллического фундамента из магматических и метаморфических пород (возраст 2,1 – 1,3 млрд. лет). Второй комплекс состоит из осадочных

образований эдиакара-девонского этапа позднего протерозоя и нижнего палеозоя (возраст 635-359 млн. лет). Самый верхний комплекс состоит, в основном, еще не консолидированных, рыхлых осадков четвертичного периода (возраст пород 2,588 млн. лет до настоящего времени). Мощность четвертичных отложений только в захороненных долинах может превышать 200 м (в долине Абья-Палуоя – 207 м) и на возвышенностях Хаанья и Отепя – 150 м. В северной половине Эстонии мощность четвертичного покрова обычно меньше 20 м, часто только несколько метров, местами меньше 1 м.

### **12.2. Четвертичные отложения и полезные ископаемые**

Среди четвертичных отложений выделяется две группы отложений, более древние **плейстоценовые**, которые связаны с ледниковыми периодами и более молодые **голоценовые**, которые образовались на берегу моря, в озерах и реках, в болотах уже то время, когда ледник отступал уже за Фниский залив.

**Основная часть** территории покрыта **плейстоценовыми несортированными осадками** ледника – мореной. На временных остановках отступавшего ледника откладывались песчано-гравийные отложения, в руслах ледников рек промытый гравий и песок, как и в речных дельтах и в сухих дельтах на склонах – сандурах. От ледника остались друмлины, вытянутые по движению ледника похожие на буханки хлеба возвышенности. Особенно много их в Вооремаа (Земля друмлин). Состав гравия и песка меняется в Эстонии существенно, в узкой северной части владеют чистые промытые пески, реже гравий. Дальше к югу появляются песчинки из известняка и больше глинистых частиц. В самой южной части снова резко увеличивается количество кристаллических галек среди гравия. Известняки не выдерживают длительного транспорта ледником. Многие четвертичные отложения являются материалом для местных дорог, годятся как примесь для цементных растворов и т.д.

**Голоценовые отложения** образуются в морских заливах (**морская грязь**, используется для лечения в санаториях), **озерная грязь** (как удобрение для полей и минеральные добавки скоту и домашним птицам), родниковая или озерная известь (используется для известкования полей, пищевая добавка к домашним птицам и т.д.). Волны создают течения в море, которые могут передвигать огромные массы промытого песка. Такие месторождения известны около Найссаар и в других местах на побережье. Все же самое ценное полезное ископаемое голоценового времени – это торф, которое найдет применение в скотоводстве, в садоводстве и может служить важной статьей экспорта, эстонский торф высоко ценится в Европейских государствах.

### **12.2. Коренные осадочные породы Эстонии и их полезные ископаемые Эстонии**

**Палеозойско-вендский (эдиакарский)** чехол из осадочных пород представлен пятью системами (сверху вниз): девон, силур, ордовик, кембрий и эдиакара (вендский комплекс).

**Девонская система** представлена в основном мощной толщей песчаников, в верхнем девоне маломощной толщей доломитов и известняков. Работает карьер Мариново. Среди песчаников известны относительно чистые слабо цементированные кварцевые пески, которых используют в стекольном заводе Ярваканди. Кроме того, известны небольшие запасы тугоплавких глин, их в настоящее время не добывают.

**Силурийская система** в Эстонии представлена карбонатными породами, среди которых встречаются доломиты, известняки, глинистые известняки (мергели) и доломитные мергели (домериты). В силуре континент Балтика находился почти на экваторе, поэтому очень интенсивно протекали процессы выветривания. Море было немного глубже ордовикского моря, поэтому содержание глины в карбонатах росло. Известняки силура из давних времен были лучшим материалом для получения извести. Породы различного внутреннего строения и цветов, поэтому используются как декоративный камень. В силурийском море было самое богатое содержание морской растительности и животных, сравнимое Красным морем в настоящее время. Во второй половине море стало отступать, поэтому верхнесилурийские образования в основном встречаются на острове Сааремаа, где



работает ряд карьеров для добычи щебня и декоративного камня (карьер Каарма). Каармский известняк интересен по своим свойствам, свежий добытый без взрывов камень легко обрабатывается, но когда высохнет, станет исключительно прочным и твердым. Используется даже для скульптур. Максимальная мощность силурийских пород установлено на острове Рухну – 455 м. Среди доломитов силура известны разности с исключительно высоким содержанием магнезия, что позволяет их использовать для технологического камня. Их добывает фирма Нордкалк около гавани Виртсу.

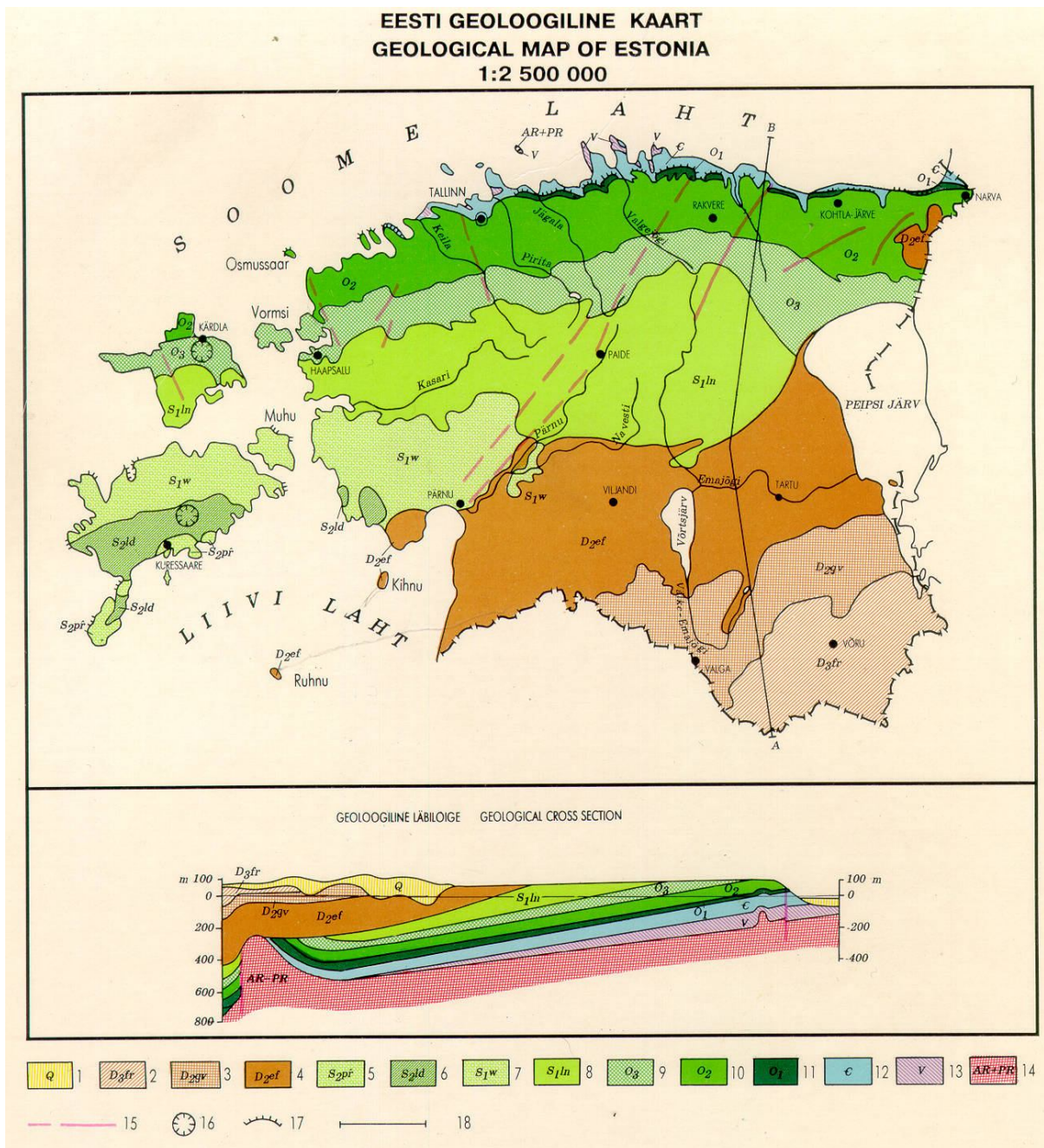


Рисунок 12-1. Геологическая карта Эстонии. Автор Э. Кала.

Легенда: 1 – четвертичные отложения; 2 – верхний девон; 3-4 – средний девон; 5-6 – верхний силур; 7-8 – нижний силур; 9 – верхний ордовик; 10 – средний ордовик; 11 – нижний ордовик; 12 – кембрий; 13 – едиакара (вендский комплекс), протерозойский фундамент.

**Ордовикская система** состоит в верхнем и среднем ордовике из первых карбонатных пород в Эстонии, а в целом система содержит все наиболее ценные полезные ископаемые,

как горючие сланцы, строительные камни, керогенные аргиллиты с ураном и фосфориты в самом низу. Породы системы образуют полосу шириной до 40-50 км от северо-западного конца Эстонии вдоль Северо-Эстонского глинта до устья реки Нарва. Мощность карбонатной части ордовика, верхняя и средняя часть ордовикской системы, достигает максимальной мощности в центральной и северо-восточной Эстонии, до 150-170 м. В верхнем ордовике расположены месторождения горючих сланцев: Эстонское Тапаское. В Эстонском идет добыча сланца уже более 90 лет. Из других полезных ископаемых имеется большое разнообразие карбонатного сырья, для цемента, извести, имеются исключительно чистые разности известняков в Васалемма и в других месторождениях.

Нижний ордовик представлен глауконитовыми песками, керогенным аргиллитом и большими запасами фосфорита, к сожалению, с трудностями при добыче.

**Кембрийская система** представлена преимущественно нижней частью, которая представлена сине-зеленоватыми глинами, которые получили название по деревне Лонтова – лонтовские. Прошло более 500 миллионов лет от их образования, а они сохранили все глинам характерные свойства, до сих пор можно их использовать для изготовления кирпича, одним из компонентов при цементном производстве, для изготовления ложе для свалок, других опасных объектов.

**Эдиакарская система** не обнажается на поверхности, не содержит исключительных полезных ископаемых, а как большой запас чистой воды служит водоснабжению Северо-Эстонских городов, в том числе Силламяэ и Кохтла-Ярве.

### 12.3. Полезные ископаемые в кристаллическом фундаменте

Хотя фундамент расположен на глубине 110-500 м в основном на материковой части, то некоторые полезные ископаемые вполне могут быть доступные для добычи. Например, щебень из карбонатных пород разрушается под влиянием раствора соли. Гранитный агрегат каменной соли не боится и может служить многие годы на дорогах. 200 м для гранитной шахты неглубоко, а запасов хватает на многие годы.

Еще в 1937 г. пробурили скважину до Йыхвиской магнитной аномалии, достали оттуда пробы железной руды. Сейчас месторождение глубоко, но возможно их добыча в будущем.

На этом закачивается курс основы геологии. Я думаю, что вы получили новые сведения о геологических процессах, минералах и горных породах, геологии и полезных ископаемых Эстонии. Успехов вам на рабочих местах!