

Ю.Е. Дмитриовская, доктор геолого-минералогических наук

Н.А. Каграманян, кандидат геолого-минералогических наук

### **История развития и глубинное строение Вышневолоцкого края России**

На территории Вышневолоцкого края геологический разрез представлен из двух структурных этажей; нижний этаж называется фундаментом, а верхний – осадочным чехлом. Фундамент состоит из сильно складчатых, метаморфизованных (видоизмененных) архейских и нижнепротерозойских пород, образование которых происходило 1 млрд. 650 млн. – 3,5 млрд. лет тому назад. Осадочный чехол сложен очень слабо складчатыми, слабо измененными верхнепротерозойскими, палеозойскими и четвертичными образованиями. Общая мощность осадочного чехла изменяется от 1600 м на юге Вышневолоцкого края до 3000 м на севере. Это изменение мощности осадочного чехла связано с тем, что юг и север края располагаются на двух разных геологических структурах. Через северную часть края проходит так называемый Валдайский прогиб, а юг находится в пределах Нелидовско-Торжокского выступа. В Валдайском прогибе кристаллический фундамент, точнее – его поверхность, опущена до глубины 3000–3200 м, а на Нелидово-Торжокском выступе фундамент приподнят до глубины 1500–600 м.

Буровая скважина, которая вскрывает весь осадочный чехол и кровлю кристаллического фундамента – это Бологоевская (так названо в оригинале. – Ред.) скважина, которая заложена в 40 км к северо-западу от Вышнего Волочка, в 8 км от г. Бологое, у села Куженкино. Бологоевская скважина была пробурена в 1969 – 1970 гг. трестом "Ярославнефтегазразведка" (ныне Государственное научно-производственное предприятие "Недра"). Разрез этой скважины характерен для Вышневолоцкого края, и мы приведем его краткое описание. Породы кровли кристаллического фундамента скважин вскрыты на глубине 2840–2851 м и представлены сильно окварцованной метаморфичной разностью, называемой биотатовым гнейсом.

После образования пород фундамента в течение длительного времени (около 300 млн. лет), именуемого раннерифейским временем, территория представляла собой сушу. Здесь происходили процессы выветривания, разрушения пород

фундамента и перенос разрушенного материала водными потоками, реками в далеко расположенные моря.

1 млрд. 350 млн. лет тому назад, в начале среднего рифея, происходит раскол земной коры и излияние из недр земли магматического расплава; расходятся разделенные огромной трещиной участки (блоки) земной коры, и освободившееся пространство заполняется водой, и образуется в крае водный бассейн. В этом бассейне накапливается песок и ил, из которых в дальнейшем, вследствие уплотнения под давлением вновь образовавшихся осадков, формируются песчаники, глины и аргиллиты (так называются сильно уплотненные камнеподобные глины).

Из среднерифейных отложений, по данным Бологоевской скважины, сохранилась небольшая толща сильно измененных, слабо метаморфизированных песчаников и аргиллитов мощностью 29 м. Эти породы в скважине вскрыты на глубине 2811–2840 м. Песчаник крупнозернистый, кварцевый, включающий также минералы из окислов железа. Аргиллит темно-коричневый с фиолетовым оттенком; в породе имеются трещины, которые выполнены вторичным гипсом.

1 млрд. лет тому назад, в позднем рифее, в названном выше Валдайском прогибе, охватывающем также северную часть Вышневолоцкого края, устанавливаются морские условия. Морской режим со многими перерывами, так как много раз море отступало, т. е. регрессировало, длился около 350 млн. лет. В этом море шло накопление песчано-глинистых осадков.

Отложения позднерифейского времени имеют очень большую мощность, равную 1194 м, и залегают на глубине 2811–1617 м. Они образуют три толщи (снизу вверх): аргиллитовую, алевролит-аргеллитовую и песчаную.

Аргиллитовая толща (интервал глубин 2811–2730 м, мощность 81 м). В основании толщи залегает пласт песчаника мощностью 8 м. Выше залегают аргиллиты темно-серые, почти черные, песчанистые, слюдистые. В этой толще залегают тонкие прослойки алевролита. Алевролитом называется порода, состоящая из зерен размером от 0.1 до 0.01 мм, т. е. эта порода промежуточная между песчаником и глиной.

Алевролит-аргиллитовая толща (интервал глубин 2730–2272 м, мощность 458 м). Эта толща представлена частым равномерным переслаиванием аргиллитовых и алевролитовых пластов; имеются также пропластки песчаников, но их мало. Окраска пород пестрая: темно-серая, зеленовато-серая, коричневая, розовая. Алевролиты кварцевые по составу, но включают также полевые шпаты; из вторичных минералов в малом количестве встречаются: гранат, турмалин, рутил, циркон и др.

Песчаная толща (глубина 2272–1617 м, мощность 655 м). В ней преобладают песчаники, в которых имеются также гравеллитовые, алевролитовые и аргиллитовые прослои. Породы преимущественно красноцветные, но имеются также сероцветы. По минералогическому составу песчаники кварц-полевошпатовые, слюдистые. В среднерифейское время, в соответствии с палеомагнитными данными, Вышневолоцкий край вместе со всей Восточно-Европейской платформой находился в тропической зоне южного полушария. Все геологические данные (петрографические, литологические и др.) свидетельствуют о теплом и жарком климате. В поздне-рифейское время начинается дрейф к высоким широтам южного полушария.

Органическая жизнь рифейского времени была представлена весьма примитивными и ещё слабо изученными формами – цианобактериями, водорослями, акритархами.

Начавшийся в позднем рифее дрейф современной Восточно-Европейской платформы в сторону полярных широт южного полушария, видимо, продолжался и в ранневендскую эпоху (650–620 млн. лет назад).

Рубеж рифея и венда ознаменовался интересным событием в истории Земли – лапландским покровным оледенением. Следы этого оледенения мы не обнаружили в бологоевской скважине, но они известны во многих пунктах в соседних Ярославской, Костромской, Смоленской областях и в Белоруссии, где нижний венд представлен ледниковыми (морена) и водно-ледниковыми отложениями, мощностью до 300 м.

В нашем крае, вероятно, они были уничтожены последующей эрозией. Не исключена возможность, что при дальнейшем изучении здесь также будут найдены следы лапландского оледенения, которое имело место 650–620 млн. лет тому назад.

В позднем венде (620–570 млн. лет назад), продолжительность которого составляла порядка 50 млн. лет, изменяется направление дрейфа Восточно-Европейской литосферной плиты. Теперь уже она движется с высоких южных широт в сторону экватора. Поздневендские отложения залегают на размытой, эрозированной поверхности рифейских пород. Между рифеем и поздним вендом существовал длительный перерыв в осадконакоплении. Наступившее на сушу море в поздневендскую эпоху покрывает весь север Восточной Европы, в том числе Вышневолоцкий край. В отличие от рифея, отложения которого развиты только на севере края, поздне-вендские породы мы имеем повсеместно.

В Бологоевской скважине поздневендские породы вскрыты на глубине 1617–1330 м и имеют суммарную мощность равную 287 м.

В основании верхнего венда, в интервале глубин 1596–1617 м залегает пласт песчаника. Песчаник по минералогическому составу полевошпатово-

кварцевый, разномзернистый, зерна песчаника сцементированы глинистыми минералами – гидрослюдой и каолинитом. Над песчаником налегают аргиллиты (глубина 1559–1596 м) сланцеватые (тонкослоистые), состоящие из минерала гидрослюда. Выше по разрезу аргиллиты сменяются частым переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники преимущественно мелкозернистые кварцевые, с примесью (до 10–15%) полевых шпатов; песчаники скреплены глинистым минералом хлоритом, каолинитом и гидрослюдой. Алевролиты также имеют кварцевый состав. Аргиллиты тонкослоистые, состоят из глинистых минералов (каолинит, гидрослюда, хлорит). В незначительном количестве в породе присутствуют минералы: гранат, циркон, турмалин, эпидот, ильменит и др. Окраска пород сероцветная и бурая. Бурий цвет обусловлен гидроокислами железа, серый цвет породе придают включения органических веществ.

В отличие от рифея, в вендском морском бассейне существовала богатая и разнообразная органическая жизнь. Но, в отличие от форм последующих периодов истории Земли, это была ещё бесскелетная фауна, т. е. организмы не имели минерального скелета в самом широком смысле слова. Уникальность вендской фауны заключается в отсутствии биохимических механизмов выделения минеральных скелетных образований. Скелетные организмы появились в последующем, кембрийском периоде.

В теплом поздневендском море обитали многие виды древних медузоидных форм. Для вендской фауны характерен гигантизм, и это удивительно, т. к. последующая раннекембрийская скелетная фауна представлена в основном мелкокамерными формами. Гигантизм проявляется прежде всего в наиболее примитивных группах кишечнополостных, у плоских листовидных червей, а также у колониальных полипов. Некоторые медузовидные формы достигают метра в диаметре, почти такую же длину имели черви. Эти гиганты не дали потомков. Наряду с крупными формами имелись и очень мелкие – 5–10 мм в длину.

На камнях сохранились отпечатки не только внешней формы организмов, но и особенностей их внутреннего строения. Так, например, у вендских медуз нередко сохраняются отпечатки тончайших каналов гастроваскулярной системы, гонод или щупалец.

О причинах гигантизма вендской фауны можно предполагать следующее. Теплые и обширные эпиконтинентальные моря вендского периода продуцировали гигантские массы первичных ресурсов питания в виде фитопланктона, который составлял основу питания многих метазоа, а также бактерий и простейших, в свою очередь стоявших у начала многих пищевых цепей. Поэтому утверждения, что венд – это одна из первых или первая эпоха расцвета метазоа, кажутся справедливыми. Но почему лишь некоторые группы организмов демонстрируют гигантизм? Академик Б. С. Соколов гигантизм

связывает с экогенетическим или филогеническим замыканием эволюции этих групп метазоа. Как уже указывалось, эти гиганты не дали потомков.

Растительный мир вендского моря был представлен разнообразными формами водорослей и вендотений, двиний и т. п., остатки которых были обнаружены и изучены в керне, извлеченном из Бологоевской скважины.

Кембрийским периодом (570–505 млн. лет назад) начинается палеозойская эра истории Земли. Кембрийские отложения общей мощностью 160 м залегают на глубине 1170–1330 м. В основании их залегают зеленовато-серые красно-бурые глины с редкими прослойками кварцевых алевролитов и глинистых песчаников. Выше по разрезу глины сменяются довольно мощной толщей песчаников (150 м), включающей прослойки алевролитов и изредка глин. Песчаники разной по величине зернистости с гравийным материалом, кварцевый по минералогическому составу. Песчаники кембрийские слабосцементированы.

Восточно-Европейская платформа в кембрийский период находилась в умеренных широтах южного полушария. Климат в это время был теплый, но не жаркий. Море было мелководным глубиной до 100-150 м. На дне моря обитали трилобиты (предки современных ракообразных), беззамковые брахиоподы (предки современных двустворок – лингул), черви. Растительность была представлена различными формами водорослей, а также очень богатыми комплексами акритарх. Остатки всех этих организмов мы находим в кембрийских породах. Кембрийский период знаменателен тем, что происходит резкий скачок в эволюции животного мира – появляются скелетные организмы.

Ордовикский период (505–438 млн. лет назад) имеет продолжительность равную 67 млн. лет. В это время Восточно-Европейская платформа, а точнее – Русская плита, на которой она располагается, находилась, видимо, ещё ближе к субтропикам южного полушария. В течение почти всего ордовикского периода территория Вышневолоцкого края была покрыта морем, глубина которого изменялась от 50 до 200 м.

Бологоевской скважиной ордовикские отложения пройдены в интервале глубин от 967 м до 1170 м, таким образом общая их мощность составляет 203 м. В нижней части разреза ордовика залегают алевролиты и глины, а в средней и верхней частях карбонаты, т.е. известняки, вторичные доломиты и мергели, с редкими прослойками глины. Известняки органогенные и органогенно-обломочные, т. е. состоят из целых раковин или обломков раковин морских организмов, сцементированных хемогенным кальцитом (кальцием, выпадавшим в осадок из воды).

Ордовикский период для Восточно-Европейской платформы примечателен тем, что впервые в геологической истории в морской воде появляется в значительных количествах карбонат кальция, начинается расцвет скелетной фауны. В ордовикском море обитали трилобиты, брахиоподы, наутилиды,

мшанки, иглокожие, граптолиты, остракоды и др. группы организмов. Растения по-прежнему были представлены главным образом водорослями. В ордовикский период особенно быстро эволюционизировали брахиоподы, трилобиты и граптолиты, давшие много вымерших видов, на основании которых нам удастся стратиграфически расчленить разрез, определить относительный (палеонтологический) возраст слоев и проследивать их как в пределах всей платформы (отдельные горизонты), так и всего Земного шара (более крупные стратиграфические подразделения ордовика – отделы и так называемые ярусы).

В силурийский период (438–408 млн. лет назад) в нашем крае был полузамкнутый водоем, однако осадки этого водоема не сохранились; они были размывты последующей эрозией. Последние сохранились лишь на востоке области, где были вскрыты буровыми скважинами в районе г. Молоково. По палеомагнитным данным в позднем силуре (421–408 млн. лет назад) и раннем девоне (408–387 млн. лет назад), т. е. в течение 34 млн. лет наш край представлял собой высокоприподнятую сушу и находился на экваторе; море надолго покинуло нашу территорию. На суше не было ни растений, ни фауны, она была "пустынной". Реки и дождевые потоки размывали ранее образовавшиеся отложения и уносили в море.

Если причиной наступления (трансгрессии) моря на сушу является раскол Земной коры и раздвижение, растекание (спрединг) литосферных плит, то отступление (регрессия) моря происходит в результате тектонических коллизий – сближения и столкновения литосферных плит (столкнувшись, они приподнимаются, и море отступает).

Средний девон (387–374 млн. лет назад) начинается опусканием суши и трансгрессией моря. Территория вновь становится морским бассейном; морские условия с кратковременными регрессиями сохраняются до конца девонского периода (360 млн. лет назад). Девонские отложения скважиной пройдены в интервале глубин 178–967 м и имеют суммарную мощность, равную 689 м. Горные породы девона представлены песчаниками, алевролитами, глинами, известняками, доломитами и мергелями, образующими неравномерно переслаивающиеся в разрезе пласты. В породах очень много остатков ископаемой фауны, особенно брахиопод, на которых, главным образом основана стратиграфия (наука о слоях и их возрасте) девона. Много также растительных осадков.

Важным событием девонского периода явилось появление наземной растительности. Об этом свидетельствуют прослои гумусовых углей, вскрытые рядом буровых скважин соседней Смоленской области в нижней части разреза верхнего девона.

Каменноугольные отложения залегают неглубоко и в нашем крае вскрыты многими скважинами. Суммарная мощность каменноугольных отложений достигает 250 м. Представлены они в нижней части преимущественно песками и глинами, а в средней и верхней частях разреза органогенными и органогенно-обломочными известняками с редкими прослоями глин, мергелей и доломитов.

В каменноугольный период (360–286 млн. лет назад) Восточно-Европейский континент находился в тропической зоне северного полушария. В раннекаменноугольную эпоху он представлял собой обширную прибрежную равнину, покрытую торфяниками и тропическими лесами и периодически затопляемую морем. По данным изучения керна буровых скважин Вышневолоцкого края, среди древесных растений преобладали рододендроны. Теплый и влажный тропический климат способствовал пышному развитию растительного покрова, а низменный равнинный рельеф и близость моря – их затоплению и захоронению. В результате возник Подмосковный буроугольный бассейн, в том числе – угольные месторождения Тверской области (Нелидовское и др.).

В каменноугольном море в изобилии обитали гигантские моллюски, рыбы, кораллы, морские ежи и лилии, остракоды, мшанки и другие представители животного мира.

В геологической летописи Вышневолоцкого края имеется хронологический пробел продолжительностью около 300 млн. лет и охватывающий временной интервал от позднего карбона до четвертичного оледенения, т. е. здесь не сохранились отложения позднего карбона, пермского, триасового, юрского, мелового, палеогенового и неогенового периодов. В это время в нашем крае большей частью господствовали континентальные условия. Моря омывали окраины континента и лишь кратковременно достигали центральных его участков.

В позднем палеозое и мезозое Восточно-Европейский континент постепенно перемещается к высоким широтам северного полушария, и около 100 млн. лет назад (в меловой период) он достиг примерно того положения, в котором находится сейчас.

Четвертичный период (1,6 млн. лет назад и ныне) начинается резким похолоданием климата и покровным оледенением. Вышневолоцкий край не менее чем четырежды покрывался ледниковым панцирем, толщина которого составляла около 2000 м. Ледниковые холодные эпохи сменялись межледниковьями, характеризующимися теплым климатом. Современный рельеф края создали московский и валдайский ледники.

Ныне мы живем в межледниковую эпоху, которая называется голоцен. Последний ледник покинул наш край 10–13 тыс. лет назад.

На территории края известны месторождения таких полезных ископаемых, как горючие ископаемые (торф, сапропель) и строительные материалы: известняк, глины огнеупорные и кирпичные, галечник и гравий, песок строительный, формовочный и стекольный, минеральные краски. Большинство из них связано с четвертичными отложениями или с отторжениями каменноугольных пород (известняк, глины огнеупорные, минеральные краски), и лишь несколько месторождений известняков приурочены к коренным выходам каменноугольных пород.

Перспективы нефтегазоносности палеозойских и позднепротерозойских (рифей, венд) отложений окончательно ещё не выяснены, поиски прерваны по причине сложных геологических условий картирования нефтегазоносных структур и отсутствия финансовых средств.

Ценным полезным ископаемым края являются подземные воды, минерализация которых с глубиной постепенно возрастает от 0.5 г/л в четвертичных отложениях до 253 г/л в рифейских. Рифейские, вендские, кембрийские, ордовикские и девонские отложения включают высокоминерализованные хлоркальциевые рассолы, которые содержат такие ценные компоненты как бром и йод. Содержание брома достигает 750 мг/л. Эти воды могут быть использованы как для бальнеологических целей, так и для получения из них брома, а также поваренной соли путем выпаривания.