

Лекция. Восточно-Европейская платформа.

Плитный мегаэтаж

В позднем венде, т.е. примерно 600 млн. лет назад, на ВЕП начинают формироваться более широкие и плоские по сравнению с авлакогенами тектонические депрессии – синеклизы, знаменующие ее переход в плитный (называемый также синеклизным) мегаэтап своего развития, продолжающийся до настоящего времени. Не кажется случайным поэтому, что центральные (осевые) части синеклиз часто оказывались приуроченными к ранее существовавшим авлакогенам.

В составе плитного мегаэтапа развития ВЕП выделяют три этапа, отвечающие каледонскому, герцинскому и альпийскому этапам развития обрамляющих ее подвижных поясов. Каждый из названных этапов выражен в виде крупного цикла вертикальных движений и седиментации со свойственным ему планом расположения зон поднятий и опусканий. В начале каждого цикла происходила перестройка тектонического плана платформы, усиливались погружения, достигавшие максимума примерно в середине цикла, а во второй его половине области погружений сокращались и начинали преобладать поднятия, охватывавшие в конце его почти всю территорию ВЕП. В начальные стадии циклов происходило накопление в основном терригенных отложений, в средние – карбонатных и, частично, кремнистых осадков и в завершающие – терригенных, в том числе и широко развитых континентальных.

Каледонский этап

Каледонский этап развития начался на ВЕП в позднем венде и завершился в раннем девоне (на границе пражского и эмского веков). В его возрастных рамках выделяются два частных этапа (подэтапа): салаирский (поздний венд - средний кембрий) и собственно каледонский (поздний кембрий - ранний девон). В течение обоих этапов в погружение вовлекались в основном северо-западная и юго-западная зоны ВЕП, простиравшиеся параллельно Северо-Атлантическому (обширный Палеобалтийский прогиб,

отделенный от последнего Балтийским щитом) и Средиземноморскому (примыкавший к поясу Львовско-Кишиневский перикратонный прогиб) подвижным поясам. В каледонской структуре плитного мегакомплекса ВЕП наиболее отчетливо выражена зональность северо-восточного направления, которой подчинены четыре главные зоны преобладающих поднятий и опусканий:

- Балтийская зона поднятий, выраженная одноименным щитом;
- Прибалтийско-Среднерусская зона опусканий, маркируемая Прибалтийской, Московской и Мезенской синеклизами;
- Сарматская зона поднятий (Сарматский каледонский щит), охватывающая Украинский щит, Воронежскую, Белорусскую и Волго-Уральскую антеклизы и разделяющие их авлакогены;
- Прикаспийская зона опусканий, реально фиксируемая с ордовикского периода в виде одноименной сверхглубокой синеклизы.

Верхний венд. В поздневендскую эпоху области аккумуляции на ВЕП значительно расширились, на месте авлакогенов были сформированы обширные плоские перикратонные и внутрикратонные (типа синеклиз) впадины.

Отложения верхнего венда ВЕП объединяются в валдайскую серию, в составе которой выделены два горизонта (подсерии): редкинский и котлинский.

Основание редкинского горизонта сложено базальными гравелитами и конгломератами, выше залегают аргиллиты, перемежающиеся с редкими пачками алевролитов и песчаников. В восточной части Палеобалтийской впадины, а также в Приднестровье и Приуралье редкинский горизонт включает также ряд прослоев туфов и туффитов.

Отложения котлинского горизонта, несогласно (и трансгрессивно) залегающие на нижележащих породах, сложены: в Палеобалтийской впадине – песчаниками и глинами, в восточной приуральской части платформы –

пестроцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами, объединяемыми в бухбулянскую и верхнебавлинскую серии.

Общая мощность отложений валдайской серии изменяется от 200-500 м в западной и центральной частях ВЕП до 1-1,5 км – в восточной и северо-восточной частях Палеобалтийской впадины и Приуралья.

В конце венда - начале кембрия в некоторых районах Балтийского щита формируются интрузивные массивы центрального типа, сложенные ультраосновными, щелочными породами и карбонатитами (массивы Африканда, Ковдорский и др.).

В течение **раннего палеозоя** осадконакопление в пределах ВЕП происходило в мелководных морских водоемах в условиях господства тропического климата.

Кембрийские отложения выполняют Палеобалтийский прогиб (синеклизу), отделяющий Балтийский щит от южной и восточной частей ВЕП, и Львовско-Кишиневский перикратонный прогиб, располагавшийся в ее западной периферии. На дневную поверхность они выходят в северных районах Эстонии и Ленинградской области, залегая несогласно на вендских, а в западной части Палеобалтийского прогиба – на нижнерифейских отложениях.

В раннем (среднем?) кембрии завершился начавшийся в позднем венде салаирский этап терригенной седиментации на ВЕП.

Кембрийская система на ВЕП представлена в основном своим нижним отделом.

Нижнекембрийские отложения объединяются в балтийскую серию, состоящую из трех горизонтов (ровенского, лонтовского и пиритаского). Характер залегания отложения балтийской серии на нижележащих образованиях различается: на верхневендских отложениях они залегают согласно или со следами перерыва и корой выветривания в основании, на метаморфитах нижнего протерозоя – трансгрессивно.

Ровенский горизонт, отвечающий нижней части томмотского яруса Сибирской платформы, сложен светло-зелеными и пестроцветными песчаниками с прослоями гравелитов, алевролитов и глин с остатками червей и акритарх. Мощность горизонта 10-30 м.

Лонтовский горизонт, отвечающий верхней части томмотского яруса, сложен голубовато- и зеленовато-серыми глинами (толща синих глин) с прослоями алевролитов и песчаников общей мощностью 60-130 м. В отложениях данного горизонта отмечены единичные находки остатков трилобитов.

Отложения пиритаского горизонта (атдабанский ярус) сложены кварц-глауконитовыми глинистыми песчаниками с линзами гравелитов, прослоями глин, алевролитов и конкрециями фосфоритов. В отложениях пиритаского горизонта отмечены остатки первых (наиболее ранние виды) брахиопод и головоногих моллюсков, присутствуют также и остатки водорослей. Мощность горизонта варьирует от 2 до 50 м.

Общая мощность отложений балтийской серии в средней и восточной частях Палеобалтийского прогиба достигает 100-200 (и даже 300) м, в западной, сложенной в основном мелководными песчаными фациями, – 50-100 м.

На отложениях балтийской серии залегает маломощный (до 40 м) ижорский (фукоидный) горизонт, сложенный кварцевыми песчаниками с прослоями глин и алевролитов. В песчаниках отмечаются знаки ряби и косо́й слоистости. Возраст ижорской свиты (ранне- или среднекембрийской) недостаточно ясен.

Ордовикские отложения, как и кембрийские, распространены на северо-западе и западе ВЕП, где выполняют Палеобалтийский и Подольский перикратонный прогибы. На поверхность они выходят в Белоруссии и Приднестровье.

Отложения тремадокского яруса общей мощностью до первых десятков метров трансгрессивно перекрывают различные горизонты кембрия.

Сложены они кварцевыми песчаниками с прослоями фосфоритов, некоторые несогласно перекрываются глауконитовыми песчаниками и глинами леэцкого горизонта. Тремадокские отложения содержат остатки граптолитов и беззамковых брахиопод.

Выше отложений тремадокского яруса залегает карбонатный комплекс, содержащий обильные остатки трилобитов, брахиопод, головоногих моллюсков, иглокожих и мшанок, но лишенный граптолитов. Он сформировался в обширном мелководном заливе эпиконтинентального морского бассейна, открывавшегося на запад и обрамлявшегося в это время низкой выровненной сушей. Разрез карбонатного комплекса подразделяется на 2 части.

Нижняя часть карбонатного комплекса (онтикский и пуртский надгоризонты арениг-раннекарадокского возраста) сложена доломитизированными известняками, доломитами, глинистыми известняками, мергелями и известковистыми глинами. В средней части пуртского надгоризонта (низы карадока) выделяется кукерскитовый горизонт. В его составе отмечено 4-6 сближенных прослоев общей мощностью до 2 м, сложенных кукерскитами (разновидность горючих сланцев), состоящими на 20-70% из керогена – органического вещества, образовавшегося в результате биохимических преобразований сине-зеленых водорослей.

Верхняя часть карбонатного комплекса (невский надгоризонт позднекарадокского - ашгилского возраста) также имеет карбонатный состав и представлена известняками, доломитовыми известняками, доломитами и глинистыми известняками.

Общая мощность ордовикских отложений в восточной части Палеобалтийской впадины достигала 300-500 м, в западной – не превышала 200-250 м.

Силурийские отложения распространены в тех же районах, что и ордовикские, но на несколько меньшей площади. Они образуют два,

вероятно, разобщенных последующей денудацией ареала: первый находится в западной зоне перикратонного погружения ВЕП (Палеобалтийская, Брестская и Львовско-Кишиневская впадины), второй – на юго-восточной ее периферии (внешняя часть Прикаспийской синеклизы).

Силурийские отложения согласно или с перерывом залегают на ордовикских. Представлены они в основном карбонатными породами, заключающими обильные остатки кораллов, брахиопод, мшанок, пелеципод, криноидей, остракод, трилобитов и граптолитов, а в верхней части разреза – также панцирных рыб и остатки флоры.

В северной части Палеобалтийской впадины силур представлен мелководноморской толщей зоогенных известняков, доломитов и мергелей мощностью до 200-300 м, в южной – более глубоководной терригенной алевроито-глинистой толщей мощностью до 1 км. В западной части Палеобалтийского прогиба (современная южная часть Балтийского моря) мощность силурийских отложений достигает 2 км.

На юго-западе платформы силурийский разрез общей мощностью 0,3-0,5 км представлен переслаивающимися слоями, сложенными доломитами, известняками и мергелями с богатой и разнообразной фауной.

Девонские отложения. В конце силура - начале девона, вероятно, в связи с основными импульсами каледонской складчатости в Северо-Атлантическом поясе происходит крупноамплитудное (на 100 м) шарьирование аллохтонных пластин, сложенных верхнедевонскими - нижнепалеозойскими отложениями, сформированными в этом поясе, на северо-западную окраину Балтийского щита.

С этим временем связано воздымание западной части ВЕП, следствием чего явилось, в частности, полное осушение к концу пражского века Палеобалтийского прогиба.

В то же время в лохковский и пражский века в восточной части ВЕП, в пределах зарождающегося Русско-Балтийского прогиба, отлагались лагунно-

озерные пестроцветные алевроито-глинистые и известковистые отложения небольшой (менее 200 м) мощности.

Морские условия в начале раннего девона (лохковском и пражском веках) существовали в пределах Палеобалтийской и Львовско-Кишиневской впадин. В первой в это время образовались карбонатно-глинистая толща небольшой (в первые десятки метров) мощности.

Разрез Львовско-Кишиневской впадины, наиболее полный и представительный для ВЕП, имеет следующий вид.

Лохковский ярус суммарной мощностью 300-500 м согласно залегающий на верхнем силуре, подразделяется на два горизонта.

Нижний (борщевский) горизонт сложен сероцветными известняками с прослоями мергелей и аргиллитов с остатками брахиопод, мшанок, трилобитов и др.

Верхний (чертковский) горизонт представлен глинистыми песчаниками с прослоями известняков, в верхней части – красноцветных алевролитов и песчаников. При этом происходит смена брахиопод остракодами и панцирными рыбами.

Пражский ярус сложен мощной (0,5-1 км) красноцветной континентальной толщей, в состав которой входят косослоистые песчаники, алевролиты и глины со знаками ряби и трещинами усыхания.

Отложения эмского яруса отсутствуют.

Герцинский этап

Начало герцинского этапа развития ВЕП датируется эмским веком раннего девона, окончание – поздним триасом. Заложенный ранее в восточной части ВЕП Русско-Балтийский прогиб в течение среднего девона постепенно расширяется в западном направлении. В позднем девоне в восточной части ВЕП возникает обширная Восточно-Русская впадина, функционировавшая в течение всего карбона и перми.

Девонские отложения выходят на дневную поверхность в трех основных районах: Главном девонском поле, Центральном девонском поле и Львовско-Кишиневской впадине.

Ниже приведены разрезы отложений девонской системы наиболее важных районов.

Девонские отложения **Львовско-Кишиневской перикратонной впадины** общей мощностью 600-1000 м сложены (снизу вверх):

- песчано-глинистыми осадками с остатками рыб (нижний эйфель), лагунной доломит-ангидритовой толщей (средний эйфель), морскими глинисто-карбонатными отложениями (верхний эйфель - живет) общей мощностью 100-200 м;

- известняковой толщей (верхний девон) мощностью 500-800м.

Разрез нижнего-среднего девона (начиная с эмского яруса) **Русско-Балтийского прогиба** имеет следующий вид (снизу вверх):

Эмский ярус представлен переслаиванием песчаников и глин морского происхождения.

Нижний эйфель сложен песчано-глинистыми континентальными и мелководно-морскими отложениями (мощность первые десятки метров), сменяющимися эвапоритами (галит и ангидрит) и доломитами и еще выше мелководно-морскими доломитами и известняками мощностью 50-100 м.

Средний-верхний эйфель сложен также мелководно-морскими глинистыми известковыми отложениями мощностью 100-200 м.

Живетский ярус представлен чередованием мелководно-морских пачек глинисто-известковистого и песчано-глинистого состава мощностью 150-300 м (песчано-глинистые отложения в пределах Татарского свода нефтеносны). В возрожденных Кировском и Доно-Медведицком авлакогенах мощность живета достигает 500-600 м.

Верхний девон в западной части **Восточно-Русской впадины** представлен в нижней своей части аллювиально-дельтовыми отложениями (до 50-100 м), сменяющимися вверх по разрезу известково-глинисто-

песчаными морскими кадками (до 100 м), и в верхней – красноцветными песчано-глинистыми отложениями (100-200 м).

В центральной части впадины верхний девон сложен мергелисто-карбонатными отложениями.

Верхнедевонские отложения восточной части Восточно-Русской впадины подразделяются на три комплекса: нижнещигровский (D_{3fr_1}), верхнещигровский (D_{3fr_2}) и фаменско-турнейский ($D_{3fm-C_{1t}}$).

В составе нижнещигровского комплекса выделяются пашийский и кыновский нефтеносные горизонты, представленные чередованием пачек песчано-алеврито-глинистого и известково-глинистого состава. Мощность комплекса варьирует от десятков (поднятия) до 700 (в Кировском прогибе, унаследованном от рифей-ранневендского авлакогена) метров.

В позднещигровское время происходит смена терригенного мелководного осадконакопления существенно карбонатным (и, предположительно, более глубоководным). Этот комплекс сложен маломощной (50-100 м) толщей глинисто-кремнисто-карбонатных отложений, обогащенных органическим веществом (доманиковая нефтематеринская фация).

Фаменско-турнейские отложения были сформированы в шельфовой обстановке. Представлены они в основном карбонатными (органогенными известняками и доломитами) отложениями мощностью 200-300 м (фаменский ярус) и известняками с прослоями аргиллитов и алевролитов мощностью 150-200 м (турнейский ярус). В пределах глубоководных некомпенсированных прогибов Камско-Кинельской зоны в это время происходило накопление глинисто-кремнистых известняков, битуминозных сланцев, аргиллитов и мергелей (доманиковая фация) общей мощностью до 200-300 м (в том числе, фаменский ярус – 100-200 м, турнейский – до 100 м). Прогибы эти обрамлялись барьерными рифами. Рифтогенные известняки, слагающие их, позднее сыграли роль литологических ловушек, вместивших

промышленные скопления нефти, возникшей первоначально в нефтематеринских отложениях доманиковой фации.

Девон Прикаспийской впадины представлен терригенными отложениями (нижний девон - нижний фран) и выше (средний фран - турне) – глубоководными глинисто-кремнисто-карбонатными битуминозными осадками доманикового типа. Вдоль северной и западной границ Прикаспийской впадины наблюдается пояс развития карбонатных рифовых известняков общей мощностью до 500 м.

С девонским периодом связано проявление щелочного интрузивного магматизма (Хибинский и Ловозерский массивы) и базальтового вулканизма (отмечен в основании отложений, слагающих Кировский регенерированный прогиб и Татарский свод).

Каменноугольные отложения покрывают значительную часть Русской плиты, выходя на поверхность в западном крыле Московской и обрамлении Прикаспийской синеклиз.

В течение каменноугольного периода продолжается погружение Восточно-Русской впадины, осадконакопление происходит также в Прикаспийской и Львовской впадинах. Начиная со среднего карбона происходит постепенное изменение гумидного тропического климата, господствовавшего почти на всей территории ВЕП в раннем карбоне, на более сухой – аридный – в позднем.

Проиллюстрируем строение каменноугольных отложений в типовых районах их распространения.

Разрез каменноугольной системы **центральной зоны Восточно-Русской впадины** (Московская синеклиза):

C_{1t_1} - доломиты, известняки, мергели (50-80 м);

C_{1t_2} - песчаники, алевролиты, глины с прослоями бурых углей (30-35 м):

$C_1v^1_2$ - (бобриковский горизонт) – континентальные аллювиально-лимнические песчано-алевритовые (на СВ – бокситоносные) отложения (10-100 м);

$C_1v^2_2$ - песчаники, алевриты, глины аллювиально-дельтовые и болотные (20-60 м);

C_3v_3 (окский горизонт) - известняки, доломиты, глины (50-100м);

C_1s_1 - каолиновые глины коры выветривания;

C_2m - морские карбонатные отложения → терригенные отложения → глинистые известняки → известняки, доломиты, мергели, глины (100-150 м);

C_3 - известняки, доломиты, мергели, глины, отдельные пестроцветные пачки, в верхней части преобладают доломиты (150м).

Разрез каменноугольных отложений **восточной зоны Восточно-Русской впадины** (Волго-Уральская антеклиза) имеет следующий вид:

C_1t - (см. выше фаменско-турнейский комплекс);

C_1v_1 - толща песчаников, алевролитов, аргиллитов с прослоями углистых сланцев и линзами углей (n x 10 - 150-200 м);

C_1v_2 (бобриковский горизонт) - кварцевые песчаники, алевролиты и аргиллиты с растительными остатками, отмечаются прослой углистых сланцев и углей;

C_1v_3-s - известняки и доломиты (200-500 м);

C_2b - известняки, реже доломиты, в верхней части – также глины и алевролиты (50-150 м);

C_2m - пестроцветные терригенные и карбонатные осадки (верейский горизонт, выше – органогенно-детритовые и обломочные известняки с прослоями доломитов);

C_3 - известняки, реже доломиты, иногда с включениями гипса и ангидрита (150-200 м).

В пределах **Прикаспийской впадины** в разрезе карбона наблюдается чередование мощных терригенных пачек (нижнее визе, башкирский - московский ярусы) с относительно маломощными карбонатно-кремнисто-

глинистыми (другие ярусы и подъярусы). Как и в девоне Прикаспийская глубоководная впадина отделялась от Восточно-Русской барьерными рифами, сложенными органогенными известняками.

Разрез карбона Львовской впадины имеет мощность 800-1000 м. Сложен он снизу вверх: C_{1t-v_1} - континентальные гравелиты и песчаники (5-50м) → известковистые глины (150м);

$C_{1v_3-C_{1b}}$ - континентальные угленосные гравелиты, песчаники и глины (700-800 м).

Пермские отложения ВЕП представлены преимущественно карбонатными морскими фациями (нижняя пермь) и терригенными континентальными (верхняя пермь) фациями.

Пермские отложения присутствуют в Московской, Мезенской синеклизах, Волго-Уральской антеклизе, Прикаспийской, Польско-Литовской синеклизах, площади которых в пермский период были залиты водами Восточно-Русского, Прикаспийского и Польско-Литовского бассейнов.

Восточно-Русский бассейн в перми на востоке граничит с воздымающимся горным сооружением Урала, отделенным от него Предуральским краевым прогибом, на юго-востоке – с Прикаспийским бассейном (через пояс барьерных рифов).

Обобщенный разрез пермских отложений **Восточно-Русского бассейна** имеет следующий вид:

P_{1a} - морские мелководные доломиты, доломитовые известняки с богатой фауной фораминифер, кораллов и брахиопод (0-100м (до 180м));

P_{1s-ar} - морские мелководные мергели, доломиты, ангидриты, гипсы (в восточных зонах Московской синеклизы – прослой каменных углей) (n x 10 м);

P_{1k} - ангидриты с прослоями доломитов и мергелей (n x 10 -100-150м);

P_{2u} - континентальные красноцветные аллювиально-дельтовые и озерные отложения (глины, алевроиты, косослоистые песчаники с

пресноводной фауной) (200-300 м); в направлении на запад мощность отложений снижается до десятков метров;

P_2kz - морские отложения обширного внутриконтинентального Казанского моря (песчаники, мергели, известняки и доломиты с остатками брахиопод, пелеципод и др.) (100-200 м);

P_2t - континентальные (аллювий, дельтовые и озерные отложения) красноцветные песчаники (часто косослоистые), алевролиты, глины, мергели, известняки и доломиты, часто гипсоносные (200-500 м).

Суммарная мощность пермских отложений Востока Русской плиты составляет, таким образом, 600-1300 (достигая 2000 м).

Пермский разрез **Прикаспийской впадины** имеет мощность, достигающую 7-10 км.

Ассельско-артинский комплекс нижней перми представлен во внешней части прогиба карбонатной толщей мелководных известняков и доломитов, слагающих барьерные рифы мощностью 1-1,5 км, во внутренней – маломощной (п х 100м) толщей глубоководных карбонатно-кремнисто-глинистых отложений.

Кунгурский ярус сложен соленосной толщей мощностью 1-3 км во внешней до 4-6 км во внутренней части впадины. Она представлена мощными пачками галита (в верхней части также калийных и магниевых солей) с прослоями глин. Формирование соленосной толщи происходило в глубоководной лагуне в условиях аридного климата и быстрого и значительного опускания. Общие оцененные запасы галита в пределах впадины составляют около 1 трлн. т, калийных солей – 45 млрд. т.

Верхнепермские отложения, обнажающиеся в соляных куполах, сходны с отложениями Восточно-Русской впадины, но имеют значительно большую мощность.

Триасовые отложения выходят на поверхность в пределах Прикаспийской, Московской и Мезенской синеклиз. Формирование их происходило в условиях аридного (ранний - средний триас) и влажного

гумидного (поздний триас) климата в нескольких изолированных внутриконтинентальных впадинах.

В **Прикаспийской впадине (синеклизе)** мощность триасовых отложений достигает 3-3,5 км. Они имеют следующее строение (снизу вверх):

T_{1i} - красноцветные терригенные отложения (200-300 м, до 1,4 км – в центральной части впадины);

T_{1o} - мелководно-морские глинисто-карбонатные отложения (от 100 м до 1000 м – в центральной части впадины);

T₂ - морские известняки, глины, песчаники (до 250 м);

T₃ - континентальные пестро- и сероцветные отложения (глины с прослоями песчаников, алевролитов и углей) (600-700 м).

Нижнетриасовые отложения **Московской синеклизы** представлены красноцветными континентальными осадками мощностью до 200 м. В разрезе нижнего триаса выделяют 5 седиментационных циклов, каждый из которых начинается песчаниками и заканчивается алевролитами и глинами с известковистыми конкрециями.

На рубеже триаса и юры в пределах Урала и Тимана происходят заключительные деформации сжатия, в результате которых, в частности, геологические комплексы Тиманской зоны были надвинуты на Мезенскую синеклизу.

В конце триаса почти вся территория ВЕП была осушена. В обрамляющих ВЕП подвижных поясах в герцинский этап происходят следующие события:

- в рассекающем тело ВЕП Днепрово-Донецком авлакогене на границе ранней и поздней перми происходят складчатые деформации, и он превращается в интракратонную складчатую зону;

- в северной части Средиземноморского пояса (пассивной окраине океана Тетис), в области, находящейся между Днепрово-Донецким авлакогеном, Украинским щитом на севере и Горным Крымом и Большим

Кавказом – на юге, в конце перми происходят блоково-складчатые деформации, и далее она развивается в плитном режиме (Скифская плита);

- в западной части Урало-Азиатского пояса в конце палеозоя в результате коллизии ВЕП и микроконтинентов – террейнов (Казахстанского, Мугоджарского и др.) происходит возникновение горного сооружения, а на границе с ВЕП – Предуральского краевого прогиба.

Альпийский этаж

Альпийский этаж ВЕП охватывает отложения юры-голоцена, сформированные во временных рамках одноименного тектоно-магматического этапа развития Земли.

Смежные с ВЕП подвижные пояса и их сегменты в течение альпийского этапа развивались в следующих геодинамических режимах:

- платформенном (Скифская плита, Печоро-Баренцевоморская зона);
- платформенном (J-Pg₂) и, начиная с Pg₃, – эпиплатформенного орогенеза (западная, примыкающая к Предуральскому краевому прогибу и ВЕП область Уральского складчатого сооружения; Скандинавские горы);
- рифтогенно-спрединговом, островодужном (J-Pg) и коллизионном – в неогене-квартере (Карпатская зона).

Юрская система. Основные области распространения юрских отложений – это Московская, Мезенская, Прикаспийская и Ульяновско-Саратовская синеклизы, западная часть Воронежской антеклизы и Причерноморская впадина.

В ранне- и среднеюрскую эпохи на территории ВЕП господствовал теплый влажный климат, о чем свидетельствуют, в частности, широкое развитие среди отложений этого возраста угленосных отложений, осадочных железных руд, высокоглиноземистых огнеупорных глин и преобладание сероцветных фаций.

В поздней юре южная и юго-западная части ВЕП попадают в зону жаркого относительно сухого климата. В это время в морских бассейнах формируются карбонатные породы (в том числе коралловые известняки и

доломиты), а в континентальных условиях – пестроцветные лагунные терригенные отложения.

Ниже приведены разрезы юрских отложений основных областей седиментации этого периода.

Московская синеклиза:

- келловейский ярус средней юры представлен континентальными, песчано-глинистыми, элювиальными, аллювиальными, озерными и болотными отложениями, содержащими прослой бурых железняков, бурых углей, огнеупорных глин, мощность 0-60 м (до 300 м);

- верхняя юра сложена морскими отложениями мощностью, не превышающей 100 м, выполняющими овалы в плане впадины диаметром 50-80 км; разрез центральной части Московской синеклизы снизу вверх: келловейский ярус (песчаные глины) → оксфордский ярус (глины с конкрециями фосфоритов) → нижневолжский подъярус (песчано-глинистые отложения с фосфоритами) → верхневолжский подъярус (глауконитовые и кварцевые пески).

Ульяновско-Саратовская синеклиза:

- отложения байосского и батского ярусов средней юры залегают трансгрессивно на каменноугольных и сложены мелководно-морскими фациями (песчаными в нижней и глинистыми в верхней части), мощность – до 100-150м:

- келловейский ярус средней юры сложен глинами с известковистыми, сидеритовыми и пиритовыми конкрециями;

- оксфордский и киммериджский ярусы верхней юры представлены глинами с прослоями конкреционных фосфоритов;

- волжский ярус верхней юры сложен глинами с подчиненными пластами битуминозных глин и горючих сланцев (нижневолжский подъярус), глауконитовыми песками, песчаниками и фосфоритовыми конгломератами.

Общая мощность верхнеюрских отложений не превышает 80-100м.

Прикаспийская синеклиза:

- нижняя юра - ааленский ярус средней юры представлены кварцевыми косослоистыми аллювиально-дельтовыми песками и глинами мощностью 100-150 м;

- байосский - батский ярусы средней юры в восточной части синеклизы сложены песчано-глинистыми континентальными отложениями мощностью 300-500 м, содержащими прослой бурых углей, в западной части – морскими глинистыми отложениями с прослоями мергелей и известняков (мощность – до 200 м);

- верхняя юра представлена терригенными (глины, алевролиты) и карбонатными (мергели, известняки) отложениями мощностью 200-400 м; в нижневолжских отложениях кроме того присутствуют прослой горючих сланцев, верхневолжские сложены глауконитовыми песками и песчаниками с прослоями конгломератов. Причерноморская впадина:

- келловейский ярус средней юры сложен морскими глинами и алевролитами;

- оксфордский и киммериджский ярусы верхней юры представлены оолитовыми и органогенными известняками с прослоями доломитов, мергелей, глин и алевролитов;

- волжский ярус сложен регрессивной пестроцветной толщей с преобладанием гипсов и ангидритов, сменяющейся вверх по разрезу песчанистыми глинами с прослоями конгломератов.

Общая мощность средне-, верхнеюрских отложений достигает 1-1,5 км.

Полезные ископаемые.

Отложения юрского возраста вмещают месторождения следующих видов полезных ископаемых:

- нефти (морские отложения байоса - бата северо-восточной части Прикаспийской синеклизы);

- бурых углей (континентальные отложения баойса - бата восточной части той же синеклизы);

- огнеупорных глин (элювиальные отложения) и бурых железняков (болотные отложения келловейского яруса Московской синеклизы);

- фосфоритов (отложения нижеволжского подъяруса Московской синеклизы);

- кварцевых песков - стекольное сырье (отложения верхневолжского подъяруса Московской синеклизы);

- горючих сланцев (отложения нижеволжского подъяруса Ульяновско-Саратовской синеклизы).

Меловые отложения на ВЕП присутствуют, главным образом, в восточной и юго-восточной ее частях, т.е. в тех же районах, что и юрские. Наибольшим распространением они пользуются во внутренних частях Московской, Ульяновско-Саратовской и Прикаспийской синеклиз.

Нижнемеловые отложения формировались в условиях гумидного климата и почти целиком представлены терригенными сероцветными фосфорито- и сидеритоносными морскими и, в меньшей степени, континентальными отложениями.

Верхнемеловые отложения имеют существенно карбонатный состав. По происхождению это осадки морского бассейна, располагавшегося в области с гумидным очень теплым климатом.

Мощности нижнемеловых отложений последовательно возрастают в направлении с северо-запада на юго-восток Русской плиты: от 100 м в Московской до 200-300 м в Ульяновско-Саратовской и 500-700 м в Прикаспийской синеклизах.

Разрез нижнего мела в Ульяновско-Саратовской синеклизе имеет следующий вид (снизу-вверх): ожелезненные песчаники с фосфоритовой галькой, мощность 0,5 м (валанжинский ярус) → темно-серые глины с конкрециями пирита и фосфоритов с фауной аммонитов, мощность до 100 м (готтеривский ярус) → чередование глин и глауконитовых песчаников с фауной белемнитов (мощность 30 м) → песчанистые глины с кальцитовыми и сидеритовыми конкрециями и фауной аммонитов, мощность 50 м (аптский

ярус) → кварц-глауконитовые пески и глины, мощность 30-100 м (средний и верхний подъярусы альбского яруса).

Верхний мел покрывает почти всю южную часть Русской плиты, залегая на нижнем трансгрессивно (несогласно). Мощность верхнемеловых отложений постепенно увеличивается в юго-восточном и юго-западном направлениях: в Ульяновско-Саратовской синеклизе она составляет 100-250 м, в Прикаспийской – 300-600 м, в Причерноморской впадине – 0,5-1 км (до 2 км), в Львовской – не превышает 1 км.

Ниже приведены разрезы верхнемеловых отложений некоторых структур.

В Причерноморской впадине верхний мел представлен мергелями, известняками со стяжениями кремней, в северной ее части – известковистыми песками и песчаниками. Верхняя часть разреза (маастрихтский ярус) сложена мергелями и известняками с повышенной алевроитистостью и песчанистостью.

Верхнемеловые отложения Ульяновско-Саратовской впадины сложены в основном мергелями и псччим мелом (слабо сцементированной микропористой карбонатной породой биогенного происхождения), а также опоками и трепелами, глауконитовыми песками, алевролитами и глинами.

Полезные ископаемые в отложениях мелового возраста представлены месторождениями псччего мела (Ульяновская область), фосфоритами (готтеривские отложения северо-восточной части Московской и Ульяновско-Саратовской синеклизы), кварцевыми песками (аптские отложения Подмосковья), а также карбонатными (сидеритовыми) и оксидными (лимонитовыми) рудами нижнего мела.

Палеогеновые отложения развиты в южной части Русской плиты, прилегающей к Средиземноморскому подвижному поясу.

Они выполняют Ульяновско-Саратовскую, Причерноморскую и большую часть Прикаспийской впадины и отсутствуют в Львовской впадине и Воронежской антеклизе.

Морские отложения палеоцена и эоцена Причерноморской и Прикаспийской впадин были сформированы в едином бассейне, связанном со Средиземноморским. В олигоцене - раннем миоцене на территории названных впадин существовало обширное изолированное внутриконтинентальное глубоководное озеро-море. Осадконакопление происходило в условиях сероводородного заражения придонных слоев воды.

Морские отложения палеогенового возраста накапливались также в полуизолированных, частично опресненных впадинах (Ульяновско-Саратовской, Украинской).

Континентальный седиментогенез наиболее широко проявлен в пределах Украинского щита. На большей его части на меловой каолиновой коре выветривания кристаллического фундамента залегает прерывистый покров отложений нижнего - среднего эоцена: кварцевые пески с прослоями каолиновых глин, углистых глин и бурых углей, содержащие остатки тропической и субтропической флоры.

В соответствии с этим выделяют два типа разрезов палеогена: южный и северный.

Южный тип разрезов палеогена характерен для областей, испытавших в этот период интенсивные опускания (Причерноморская и Прикаспийская впадины). Суммарная мощность палеогена - нижнего миоцена в пределах этих структур достигает в Причерноморской впадине 1-1,5 км (до 2 км).

Нижний и средний палеоген выражены мощной морской, относительно глубоководной толщей глинисто-мергелисто-известковистых отложений (250-500 м).

Олигоцен и нижний миоцен, залегающие на эоцене со следами перерыва, представлены мощной (до 500-1000 м) толщей темных глин, а также алевролитов и песчаников с конкрециями пирита, объединяемых в **майкопскую серию**. На северной границе Причерноморской впадины с южным краем Украинского поднятия (щита) нижняя часть майкопской серии замещается прибрежно-морскими отложениями, вмещающими

Никопольскую группу месторождений осадочных оксидных марганцевых руд.

Северный тип разрезов характерен для областей слабого погружения (Ульяновско-Саратовская впадина). Общая мощность разреза палеогена-нижнего миоцена здесь не превышает 200-300 м.

Палеоцен и эоцен сложены (снизу вверх): кварц-глауконитовые пески и песчаники, алевролиты → опоки, диатомиты, иногда мергели, а также бурые угли → мелководные песчаники.

Олигоцен - нижний миоцен представлены глауконитовыми и кварцевыми песчаниками и алевролитами.

Полезные ископаемые палеогена немногочисленны. Это упоминавшиеся выше месторождения марганцевых руд (Pg_3). диатомиты Среднего Поволжья (Pg_2) и прибрежно-морские месторождения янтаря (Pg_2).

Неогеновые отложения присутствуют в основном в южной части Русской плиты. Они выполняют Причерноморскую и Прикаспийскую впадины, а также покрывают маломощным чехлом ряд участков Украинского щита и Воронежской антеклизы. Плиоценовые отложения ингрессивно заполняют древние долины Волго-Камской речной системы. Морской неоген представлен осадками замкнутых и полуизолированных водоемов (озер-морей), лишенных связи с мировым океаном.

В Причерноморской впадине низы миоцена представлены регрессивной верхней частью майкопской серии (светлоокрашенные глины и пески) мощностью в несколько десятков метров. Верхняя часть миоцена - плиоцена общей мощностью до 500 м сложена (снизу вверх): мергелями (с пресноводной фауной) → мелководными карбонатными и терригенными отложениями, залегающими на нижележащих несогласно → известняками-ракушняками → мелководными песчано-глинистыми отложениями и, в верхней части, → континентальными красноцветными осадками.

Прикаспийская впадина после регрессии в конце майкопского времени на протяжении большей части миоцена оставалась приподнятой. Лишь в ее

южной части отмечены мощные морские песчано-глинисто-мергелистые осадки, замещаемые к северу маломощными континентальными.

В начале плиоцена на юго-востоке Русской плиты в условиях жаркого засушливого климата происходит резкое падение уровня Каспийского бассейна (до 500 м ниже уровня океана), и площадь его сокращается в несколько раз (до размеров современной Южно-Каспийской впадины). Понижение базиса эрозии привело к глубокому врезанию рек Каспийского бассейна и выносу ими в Южно-Каспийскую впадину огромного количества обломочного (преимущественно песчаного) материала, образовавшего здесь мощную (первые километры) **продуктивную (нефтеносную) толщу**, с которой связаны основные нефтяные месторождения Азербайджана и Ирана. Время ее формирования названо веком продуктивной толщи.

Отметим здесь, что уровень русла палео-Волги этого времени находился на следующих отметках: -100-200 м (Татария), -300-400 м (Саратовское Заволжье), а дельта – в районе Апшеронского полуострова.

В конце века продуктивной толщи – начале акчагыльского века вследствие резкого глобального похолодания площадь Каспийского озера-моря стала расширяться. В связи с подъемом уровня базиса эрозии рек Каспийского бассейна эрозия в их долинах ослабевает и почти прекращается. В результате в долине палео-Волги происходит накопление аллювиальных, аллювиально-лимнических песчано-глинистых по составу отложений. Эта толща пресноводных отложений, выполняющая долину палео-Волги, получила название **кинельской свиты**. Мощность ее достигает 200-300 м.

Во второй половине акчагыльского века воды Каспийского бассейна заполнили территорию всей Прикаспийской синеклизы, Терско-Кумскую, Куринскую впадины и глубоко ингрессировали в долины палео-Волги (до Нижнего Новгорода), палео-Камы и палео-Белой.

В долине палео-Волги солонатоводные отложения акчагыльского яруса (глины с конкрециями сидеритов и прослоями битуминозных сланцев) несогласно залегают на кинельских. Их мощность – 50-100 м.

В Прикаспийской впадине акчагыл представлен морской толщей (темно-серые глины с прослоями песков и ракушняков со своеобразной солоноватоводной фауной моллюсков) мощностью 200-500 м.

Квартер. На ВЕП пользуются развитием четвертичные отложения самой различной генетической принадлежности. Среди них выделяется комплекс морских отложений, сформированных в крупных водоемах, связанных с мировым океаном (Балтийское, Баренцево, Белое и Черное моря) и не связанных с ним (Каспийское озеро-море), континентальных (гляциальных и флювиогляциальных, эоловых, элювиальных, склоновых, озерных, аллювиальных и др.) толщ, образование которых обусловлено различными физико-географическими и климатическими обстановками, существовавшими на территории ВЕП в четвертичный период.

В течение четвертичного периода на ВЕП происходило чередование эпох похолодания и потепления, имевших глобальный характер. В эпохи наиболее резкого и интенсивного похолодания (примерные возрастные рамки: 480-380, 240-190, 125-110, 85-60 и 20-10 тыс. лет назад) северо-западная и срединная часть ВЕП подвергалась масштабным покровным оледенениям, распространявшимся с Балтийского щита и Полярного Урала. Эпохи глобального похолодания и оледенения сопровождались значительным (до отметки -100 м) понижением уровня мирового океана и морскими регрессиями. В межледниковые эпохи, напротив, происходило повышение уровня мирового океана и, как следствие, -увеличение площади морских бассейнов. Так, наиболее крупные в квартере трансгрессии Каспия связаны с эпохами потепления (апшеронская в эоплейстоцене, бакинская в раннем и хвалынская в позднем неоплейстоцене).

В целом в четвертичное время большая часть ВЕП, за исключением площадей, занятых морями, воздымалась. Амплитуды неоген-четвертичного поднятия составляли величины до 100-200 м и лишь участками (Приволжская, Бугульминская возвышенности и др.) достигали 250-300 м. Процессы горообразования (вероятно, связанные с областями проявления

геодинамического режима эпиплатформенного орогенеза) с амплитудами блоковых воздыманий до 1000 м проявлены на весьма ограниченных площадях (Хибинские горы на Балтийском щите).

Образование Балтийского и Белого морей, а также Ладожского и Онежского озер связано с опусканием днщ этих водоемов с амплитудой до 200-500 м. Погружение нередко проявлялось в этой полосе в виде грабенообразных проседаний, концентрировавшихся в контурах рифейских авлакогенов (Кандалакшского, Ладожского, Центрально-Балтийского и др.). Отметим здесь, что суммарная амплитуда новейших (N-Q) опусканий в северной части Каспийского моря составила до 5 км (четвертичных – до 1 км).

Балтийское море образовалось в конце позднего неоплейстоцена на месте доледниковой денудационной равнины у края ледникового щита примерно 13 тыс. лет назад и представляло собой в это время обширный приледниковый пресноводный озерный бассейн. Лишь в начале голоцена оно приобрело связь с Мировым океаном и после непродолжительного перерыва, в среднем голоцене, превратилось в солоноватоводное внутреннее море. Мощность континентальных (гляциальных, озерных и др.) и морских отложений на дне Балтийского моря достигает 50-100 м.

В Причерноморской и Прикаспийской впадинах распространены морские и, в меньшей степени, континентальные остатки, отлагавшиеся в пределах одноименных бассейнов. Их мелководные и прибрежные фации представлены песками и алевритами с ракушечниками, а внутренние – глинами и глинистыми илами. В краевых частях этих бассейнов фиксируется чередование морских (фиксирующих эпохи межледниковий и потепления климата) и континентальных (отлагавшихся в периоды похолодания и ледниковых эпох).

Характер и тип континентального литогенеза на территории ВЕП в течение четвертичного периода определялся прежде всего климатическими условиями, господствовавшими в отдельные его отрезки в различных частях

ВЕП, составом и особенностями залегания пород дочетвертичного субстрата, элементами и формами рельефа, в контурах которых эти отложения формировались.

В четвертичном разрезе северо-запада России отмечается до 3-4 разновозрастных ледниковых горизонтов, сложенных валунными суглинками, перемежающимися с синхронными им флювиогляциальными, лимногляциальными, и межледниковых горизонтов, представленных широким спектром континентальных отложений (аллювиальных, склоновых и др.)

В областях, примыкавших к ледниковым щитам (южные степные зоны Русской плиты), в ледниковые эпохи в условиях перигляциальной зоны накапливались эоловые по происхождению толщи лессов и лессовидных пород, перекрывавшие многометровым плащом все ранее сформированные геологические комплексы и формы рельефа (водоразделы, долины рек и др.).

В восточной внеледниковой области ВЕП формировались отложения разнообразного состава и происхождения:

- аллювиальные отложения, в основном песчано-глинистые по составу, в меньшей степени песчано-гравийно-галечниковые и глинисто-суглинистые (русловая, пойменная и старичная фации), слагающие террасы в долинах рек;
- элювиальные отложения (преимущественно глинистые, песчано-глинистые), образующие маломощный покров на водоразделах;
- делювиальные и солифлюкционно-делювиальные отложения (глинистые, песчано-глинистые, гравелито-песчано-глинистые и др.), формирующие шлейфы на пологих склонах речных долин и возвышенностей.

Относительно меньшим распространением среди четвертичных отложений ВЕП пользуются коллювиальные (Хибины), пролювиальные, карстовые (в областях развития карбонатных отложений каменноугольного и пермского возраста) и оползневые отложения и связанные с названными физико-геологическими процессами формы рельефа.

Полезные ископаемые

В недрах ВЕП заключены промышленные месторождения многих видов полезных ископаемых. Остановимся кратко на главных из них.

Месторождения железа связаны с джеспилитовыми формациями архейского (Оленегорское и Костомукшское и др. на Балтийском щите) и раннепротерозойского (Криворожская группа в Воронежской антеклизе и район Курской магнитной аномалии на Украинском щите) возраста. Залежи осадочных железных руд (бурые железняки, оолитовые руды, сидериты) известны в различных районах ВЕП в отложениях девонского, юрского и мелового возраста.

Месторождения марганцевых осадочных руд приурочены к олигоценовым отложениям Никопольского района на границе Украинского щита и Причерноморской впадины.

Месторождения медно-никелевых сульфидных руд известны на Кольском полуострове (район г. Печенга), будучи локализованными в нижнепротерозойских отложениях печенгской серии. Среди раннепермских отложений востока ВЕП отмечены горизонты медистых песчаников.

Алюминиевые руды связаны с интрузиями нефелиновых сиенитов Кольского полуострова. Залежи бокситов приурочены к нижнекаменноугольным отложениям северо-запада Русской плиты (район г. Тихвин).

Редкие элементы. Промышленные скопления редкоземельных элементов локализованы в некоторых (Ловозерский и др.) щелочных массивах Кольского полуострова.

Месторождения фосфатного сырья представлены залежами апатитовых руд, уникальных по качественным и количественным характеристикам (Хибинский щелочной массив на Кольском полуострове), и пластовыми скоплениями фосфоритов в верхнеюрских и нижнемеловых отложениях центральных и восточных районов Русской плиты.

Калийные соли, образующие крупные месторождения, связаны с отложениями кунгурского яруса нижней перми. Наиболее масштабные скопления их располагаются в Прикаспийской синеклизе.

Галит. Огромные запасы каменной соли (до 1 трлн. т) сосредоточены в тех же, что и калийные, соленосных толщах кунгурского яруса Прикаспийской впадины.

Гипс. Промышленные скопления гипса известны в нижнепермских отложениях, сформированных в пределах Восточно-Русской впадины, а также в породах среднемиоценового возраста западной Украины.

Залежи высокоглиноземистого сырья представлены скоплениями кианита, сконцентрированными в породах беломорской серии, сложенной, в частности, высокоглиноземистыми гнейсами и сланцами.

Месторождения каолиновых и огнеупорных глин связаны с отложениями нижнего - среднего карбона (северо-западный и западный районы Московской синеклизы), средней юры, верхнего мела и нижнего палеогена (месторождения Украинского щита).

Песчий мел образует крупные месторождения, связанные с верхнесенонскими отложениями различных районов Русской плиты.

Месторождения облицовочного камня. В качестве облицовочного сырья используются многие типы магматических и метаморфических пород (граниты, граниты-рапакиви, лабрадориты и др.), широко распространенных на Украинском и Балтийском щитах.

Каменные и бурые угли. Значительные запасы каменных углей заключены в паралических бассейнах (Львовско-Волынском, за пределами ВЕП – Днепрово-Донецком и Кизеловском) каменноугольного периода. Месторождения бурых углей связаны со среднеюрскими отложениями восточной части Прикаспийской впадины, за пределами ВЕП (в Донбассе) – с нижнекаменноугольными, и нижнеюрскими стратиграфическими уровнями.

Месторождения нефти и газа приурочены к трем основным регионам. В пределах Волго-Уральской области они приурочены к восточной и юго-

восточной периферии Волго-Уральской антеклизы и смежным частям Предуральского краевого прогиба. Наиболее значительные запасы нефти сосредоточены в отложениях среднего и верхнего девона (например, уникальное Ромашкинское месторождение в южной части Татарского свода), а в породах карбона и перми известны как нефтяные, так и газовые месторождения.

В Прикаспийской впадине нефтегазоносность связана с подсолевым (D-P₁³) и надсолевым (P₂-MZ) комплексами ее разреза. К первому уровню приурочен ряд месторождений в северной, западной и южной прибортовых частях впадины, ко второму – месторождения эмбинского бассейна, локализованные среди отложений юры - нижнего мела. Балтийская синеклиза вмещает месторождения нефти в кембрийских отложениях, а признаки нефтеносности в ее пределах установлены по всему разрезу нижнего палеозоя.

Практика.

- 1) Продолжить работу по построению разреза Восточно-Европейской платформы, согласно выданным направлениям. Добавить к плитному чехлу фундамент платформы (см. в интернете «Тектоническая карта Евразии. Масштаб 1:5000000). Добавить по выбранным профилям месторождения полезных ископаемых.
- 2) Охарактеризовать орографические условия по району своего местожительства (см. Учебное пособие по геологическому строению Забайкальского региона, Энциклопедию Забайкальского края, интернет-ресурсы).