

УДК 552.578.061.32(268.45)

**Маргулис Е.А.**ФГУП «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ВНИГРИ), Санкт-Петербург, Россия [ins@vnigri.ru](mailto:ins@vnigri.ru)

## НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПЕЧОРСКОГО ШЕЛЬФА

*Нефтегазоперспективный осадочный чехол Печорского моря разделен на 6 нефтегазоносных комплексов (НГК). Выполнено литолого-фациальное районирование НГК, охарактеризованы основные типы разрезов комплексов, описаны главные нефтематеринские свиты, проницаемые толщи и флюидоупоры, приведены промысловые и петрофизические параметры. Определены НГК – основные объекты геологоразведочных работ на шельфе Печорского моря.*

**Ключевые слова:** Печорское море, Печорская синеклиза, Коротаихинская впадина, литолого-фациальные зоны, нефтегазоносные комплексы.

Печорский шельф Баренцева моря является северной краевой частью Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Проведенные геологоразведочные работы показали единство строения недр шельфа и прилегающего материка. Основную нефтегазоперспективную часть печорского шельфа занимают акватории Печорской синеклизы и Коротаихинской впадины Предуральяского прогиба. С приморских районов на шельф протягиваются морские продолжения нефтегазоносных областей Тимано-Печорской провинции: Малоземельско-Колгуевской, Печоро-Колвинской, Хорейверской, Варандей-Адзвинской и Коротаихинской. Севернее широты о. Колгуева расположена слабо изученная собственно морская Северо-Печорская НГО субширотного простирания.

Все открытые на печорском шельфе месторождения расположены в пределах Печорской синеклизы.

Восточная часть синеклизы опущена по Вашуткина-Талотинскому разлому. По этому разлому пластина фундамента выдвинута над северо-восточной окраиной Варандей-Адзвинской структурной зоны. На побережье Хайпудырской губы под этой пластиной в нижнедевонских отложениях открыто Усть-Талотинское месторождение нефти.

Платформенный чехол Печорской синеклизы образует 4 структурных яруса: ордовикско-среднедевонский, франско-триасовый, юрско-меловой и плиоцен-четвертичный [Маргулис, 2008]. Ордовикско-среднедевонский ярус характеризует этап формирования сводовых поднятий и тафрогенеза. Его образования представлены ордовикско-нижнедевонскими терригенно-карбонатными и среднедевонскими терригенными толщами, залегающими преимущественно в грабенах и достигающими мощности 4 км. Франско-триасовый ярус (до 4 км) сложен в нижней части (верхний девон – нижняя пермь)

преимущественно карбонатными отложениями, в верхней части (нижняя пермь, кунгурский ярус – триас) – терригенными. *Юрско-меловой* и *плиоцен-четвертичный* ярусы в виде «рваного плаща» на суше и сплошного покрова на акватории перекрывают верхнепермско-триасовые структурные элементы. Общая мощность чехла варьирует от 0,8 км (Седухинский вал Ижма-Печорской впадины) до 9 км (Печоро-Колвинский авлакоген).

Стратиграфический диапазон нефтегазоносности северных районов ТПП включает отложения от ордовикских до триасовых. В осадочном чехле выделено шесть крупных НГК: ордовик-нижнедевонский и среднедевонско-нижнефранский, связанные с ордовик-нижнефранским структурным ярусом; франско-турнейский и окско-артинский карбонатные – и кунгурско-верхнепермский и триасовый – терригенные, связанные с франско-триасовым ярусом.

### **Ордовик-нижнедевонский НГК**

Комплекс сложен тремя литологически различными толщами: терригенно-карбонатной ( $O_{1-3}$ ) мощностью до 1000 м, карбонатной ( $S_{1-2}$ ) мощностью до 1500 м и карбонатно-терригенной ( $D_1$ ) мощностью до 1000 м. Максимальных мощностей отложения НГК достигают в центральных частях Денисовского прогиба, Колвинского грабена и в Мореюской депрессии. В пределах Усть-Печорского выступа фундамента и, возможно, на Русском поднятии отложения комплекса отсутствуют. Здесь на временных разрезах устанавливается последовательное выклинивание ордовикских, силурийских и нижнедевонских слоев к выступам фундамента, что обеспечивает в этих районах наличие многочисленных стратиграфических и литологических ловушек. Аналогичная картина наблюдается на восточном борту Большеземельского свода, где она подтверждена бурением. Здесь происходит выклинивание в западном направлении к борту свода нижнедевонских отложений, а под поверхность предтиманского размыва выведены разновозрастные слои нижнего девона и силура. Сформированные таким образом неантиклинальные ловушки в высокоёмких выщелоченных карбонатах в комбинации с локальными структурами создали по восточной периферии свода предпосылки для формирования крупных месторождений типа им. Р. Требса и им. А. Титова.

В разрезе нижнего силура сейсмическими исследованиями установлены многочисленные органогенные постройки лландоверийского и венлокского возрастов на северной территории Колвинского мегавала, Хорейверской впадины и вала Сорокина. Венлокские постройки располагаются в виде протяженных полос вдоль Колвинского

мегавала и вала Сорокина. В верхах силура в Денисовском прогибе на временных разрезах также прослеживаются органогенные постройки.

*Ордовик-нижнедевонский НГК* бурением изучен частично, разбурены преимущественно силурийско-нижнедевонские отложения. Скважины Носовая-1 и Западно-Хыльчующая-50, вскрывшие фундамент на Усть-Печорском выступе фундамента, показали отсутствие всего НГК. Наиболее полный разрез комплекса вскрыт на севере Колвинского мегавала сверхглубокой скважиной Колвинская-1 [Вассерман и др., 1975]. По данным бурения на севере Печорской синеклизы устанавливаются 4 типа разрезов.

*Первый тип разреза* (Ижма-Печорская впадина, Малоземельско-Колгуевская моноклиналь, Шапкина-Юрьяхинский вал (литолого-фациальные зоны VII-VIII, рис. 1) - развит в районах наибольшего приближения к области сноса; в составе комплекса преобладают терригенные породы (рис. 1). Бурением изучены только верхнесилурийский (мощность до 11,5 м) и нижнедевонский интервалы разреза (мощность до 400 м). Вскрытые силурийские отложения представлены переслаиванием алевролитов, аргиллитов, мергелей и доломитов, а также песчаными и песчано-алевритовыми, в верхней части красноцветными толщами нижнего девона. Мощность комплекса по геофизическим данным достигает 1–2 км.

*Второй тип разреза* (литолого-фациальная зона VI, см. рис. 1) распространен в Печоро-Колвинском авлакогене и представлен отложениями, сформировавшимися в палеовпадине субмеридионального направления под Колвинским мегавалом. В сверхглубокой скважине Колвинская-1 весь разрез НГК за исключением базальных нижне-среднеордовикских красноцветов представлен морскими фациями; в силурийских отложениях присутствует мощная карбонатная толща, сложенная преимущественно битуминозными доломитами (венлок - нижний лудлов) [Ехлаков и др., 1991]. Эта толща сменяется доломитами, органогенно-обломочными известняками и мергелями верхнего лудлова и нижнего девона. В нижнедевонских отложениях вверх нарастает количество аргиллитов и из 1300 м овинпарминского горизонта около 1000 м приходится на толщу темных, почти черных аргиллитов. Мощность НГК по сейсморазведочным данным оценивается в 2,5–3,0 км.

*Третий тип разреза* (литолого-фациальная зона III, см. рис. 1) приурочен к северной и северо-восточной частям Большеземельского свода и Русскому палеоподнятию. На суше НГК вскрыт на 25 площадях. Наиболее древние (верхнеордовикские) отложения вскрыты скважиной Оленья-15 мощностью 316 м.



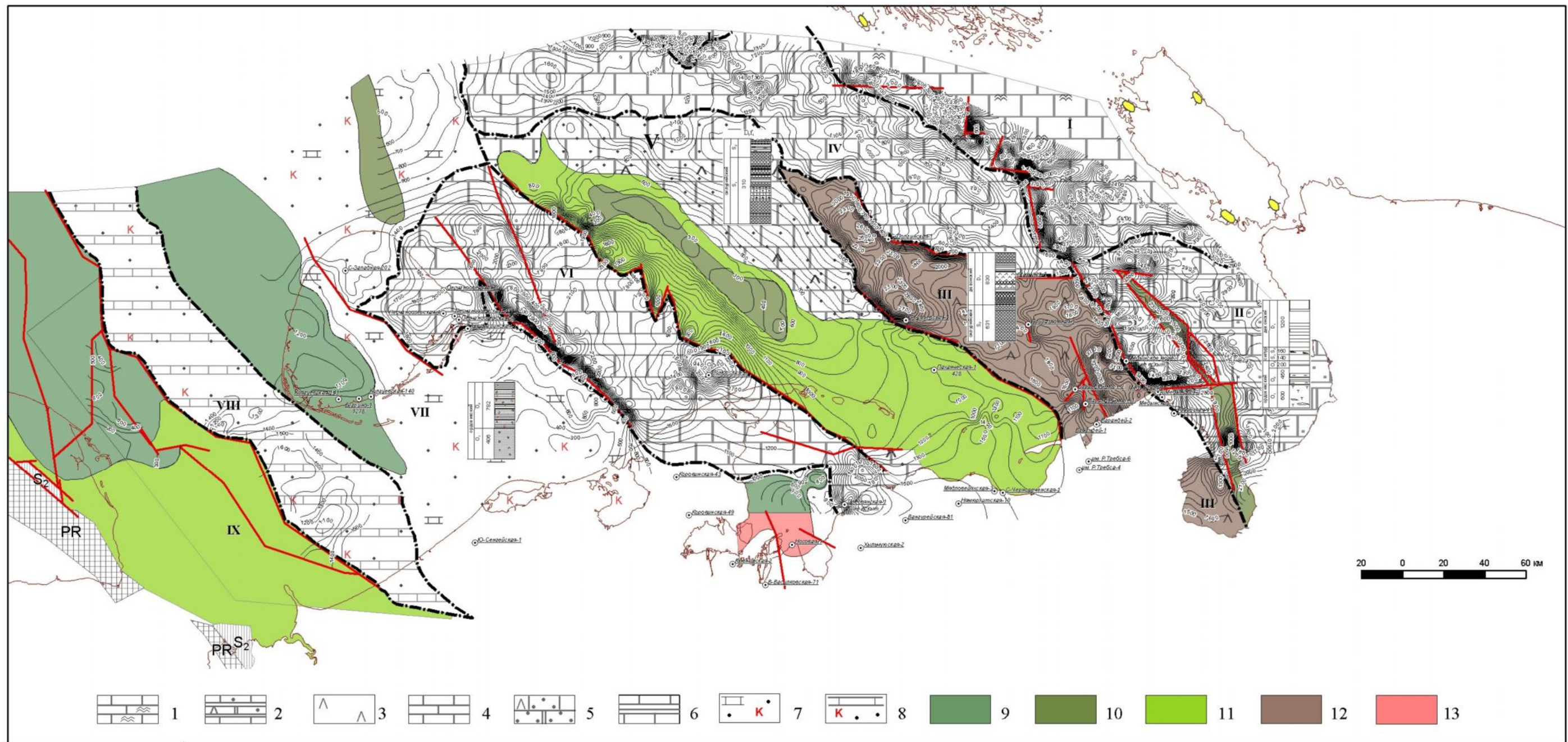
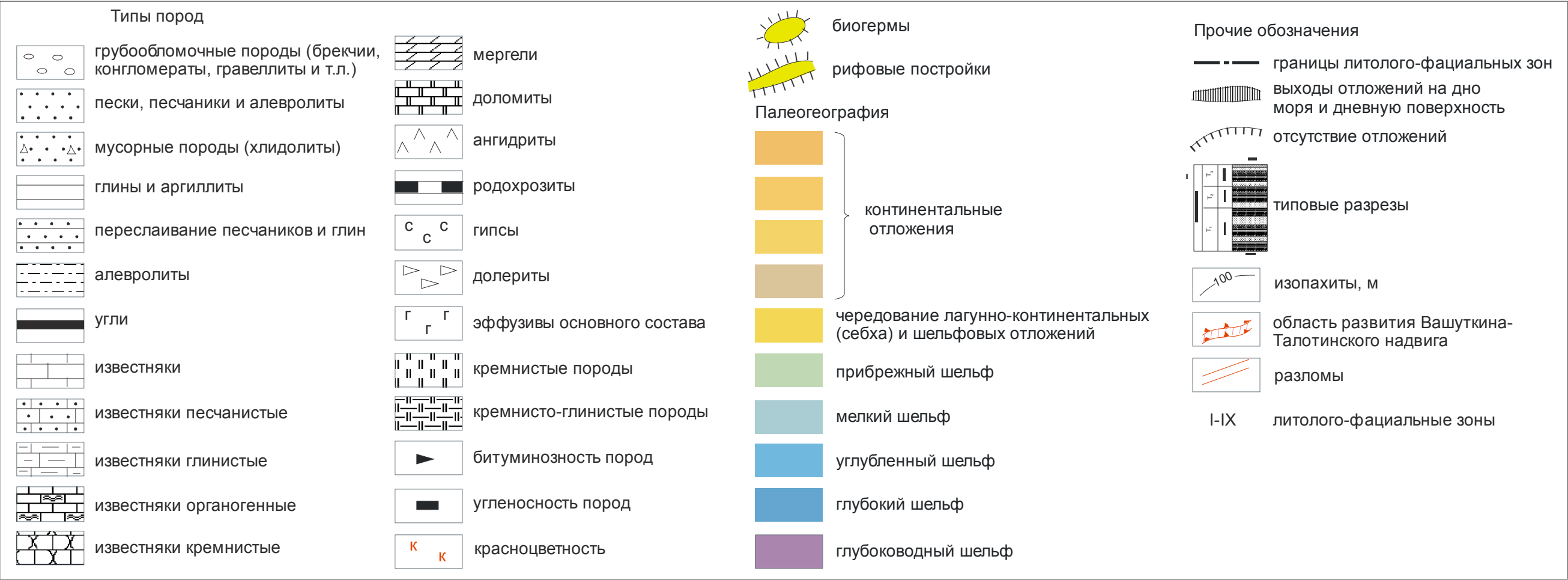


Рис. 1 Литолого-фациальная схема ордовикско-нижнедевонского НПК Печорского моря

1 - зона распространения рифогенных известняков; углубленный шельф; 2 - песчаные известняки, аргиллиты (O); доломиты и глинистые известняки (S<sub>1</sub>); известняки, аргиллиты, алевролиты, ангидриты (D<sub>1</sub>); мелкий шельф; 3 - сульфатно-карбонатные отложения (D<sub>1</sub>); глинистые известняки (S<sub>2</sub>); органо-обломочные известняки (S<sub>1</sub>); мелкий шельф; 4 - глинистые известняки (O); известняки (S, O); мелкий шельф; 5 - песчаные известняки (O); известняки, доломиты (S<sub>1-2</sub>); известняки, доломиты, песчаники, мергели, ангидриты (D<sub>1</sub>); частичные и полные размыты (D<sub>1</sub>, S); мелкий шельф, лагуны; 6 - глинистые известняки, песчаники, ангидриты (O); мергели, известняки, гипсолитовые сланцы (S); битуминозные аргиллиты и известняки, мергели, плаги долеритов (D<sub>1</sub>); глубокий шельф; 7 - красноцветные песчаники (O); частичные и полные размыты терригенно-карбонатных отложений O<sub>2-3</sub>; частичные и полные размыты S и D<sub>1</sub>; предгорная равнина и себха; 8 - терригенные красноцветные и терригенно-карбонатные отложения O; частично эродированные карбонатные отложения S и терригенно-карбонатные отложения D<sub>1</sub>; мелкий шельф, лагуны; выходы под поверхность предтима-саргаевско-несогласия; 9 - ордовик; 10 - нижний силур; 11 - верхний силур; 12 - нижний девон; 13 - фундамент



Условные обозначения к рис. 1-6:



Эта часть разреза сложена известняково-доломитовыми, сульфатно-карбонатными и терригенно-карбонатными пачками. Силурийские отложения (940 м, скв. Оленья-15) в нижней части сложены преимущественно доломитами, нередко глинистыми или сульфатизированными; верхний силур - доломитизированными известняками, доломитами и мергелями. Нижнедевонские отложения имеют регрессивное строение - в их основании залегают морские известняковые и глинисто-известняковистые пачки, вверх по разрезу сменяющиеся известковисто-доломитовыми, доломитовыми и ангидрито-доломитовыми. Верхнесилурийские и нижнедевонские отложения, значительно сокращаясь в мощности, последовательно выходят под поверхность предфранского размыва с востока на запад и с севера на юг к наиболее приподнятым участкам палеоподнятий.

*Четвертый тип разреза* (Варандей-Адзвинская НГО, литолого-фациальная зона II, см. рис. 1) характеризуется стратиграфической полнотой, повышенными мощностями и карбонатным составом отложений. Здесь в естественных разрезах на о-вах Долгий, Большой Зеленец и в скважинах изучены только силурийские и нижнедевонские отложения. В составе силурийской толщи распространены однородные сгустково-комковатые известняки, сформировавшиеся в обстановках открытого шельфа; вверх по разрезу в нижнедевонском интервале появляются доломиты и ангидриты. Разрез комплекса на суше венчается терригенной красноцветной пачкой пражского яруса нижнего девона (наульская свита), отсутствующей в соседнем районе. В сводовых частях антиклиналей на древних валах (Медынский, Талотинский) нижнедевонские отложения либо размыты, либо имеют состав, сходный с Большеземельским сводом (третий тип разреза).

Отложения описанного IV типа разреза мощностью 1035 м в акватории изучены скважинами 3, 4 на месторождении Медынское-море и структуре Медынское-море-1. Они представлены верхним силуром – нижним девоном; более древние горизонты НГК не вскрыты. Силурийские отложения представлены глинистыми известняками вскрытой мощностью 169 м. Нижнедевонские отложения имеют более полный в сравнении с сушей стратиграфический диапазон в объеме лохковского, пражского и эмского ярусов. Лохковский ярус сложен известняками, аргиллитами, редко алевролитами (овинпармский горизонт), вверх по разрезу сменяющимися терригенно-карбонатными и ангидрито-доломитовыми отложениями сотчемкыртинского горизонта. Общая мощность лохковского яруса 646 м. Пражский ярус, как и на прилегающей суше, сложен преимущественно терригенными и сульфатно-карбонатными породами. Эмский ярус мощностью 153 м

представлен терригенной, терригенно-сульфатно-карбонатной и доломито-глинистой пачками.

Все основные известные в северной части территории и на акватории Тимано-Печорской провинции скопления УВ, связанные с ордовикско-нижнедевонским НГК, сосредоточены преимущественно в восточном секторе провинции и имеют нефтяной состав. Эти залежи приурочены в основном к областям древних размывов, располагаются под поверхностями несогласий и изолированы как локальными сульфатно-карбонатными покрывками, так и региональным тиманско-саргаевским глинистым флюидоупором, под которым сосредоточены наиболее крупные скопления нефти.

Самый распространенный тип залежей – массивный со стратиграфическим или литологическим ограничениями. Максимальные притоки из залежей приморских месторождений - им. Р. Требса, им. А. Титова и Пасседского – достигают 500–650 т/сут. при депрессии на пласт до 60 атм. и штуцерах 10–12 мм. Породы-коллекторы представлены порово-кавернозными известняками и доломитами с пористостью 10–13% и проницаемостью в 10–85 мД. Эффективная мощность варьирует от 6 до 30 м.

В акватории на месторождении Медыньское-море продуктивны овинпармские трещиноватые известняки, вмещающие пластово-сводовые тектонически экранированные залежи нефти. Испытаны только две залежи D<sub>1</sub>-Б и D<sub>1</sub>. При испытании залежи D<sub>1</sub>-Б после СКО получен фонтанный приток нефти дебитом 612 м<sup>3</sup>/сут. на 11 мм штуцере, залежи D<sub>1</sub> – приток нефти дебитом 4,67 м<sup>3</sup>/сут. на 8 мм штуцере при средней депрессии на пласт 18,6 МПа. Эффективная мощность продуктивных пластов варьирует от 5,8 м (залежь D<sub>1</sub>) до 18,4 м. Открытая пористость невысока и изменяется от 3 до 7%.

### **Среднедевонско-нижнефранский НГК**

Среднедевонско-нижнефранский комплекс ограничен снизу разновозрастной верхнесилурийско-нижнедевонской поверхностью размыва, сверху – подошвой доманикового горизонта. Нижняя часть НГК имеет преимущественно песчаный состав. Комплекс стратиграфическим несогласием разделяется на две толщи: среднедевонскую и нижнефранскую. Среднедевонская толща распространена преимущественно в западной части региона, где в Западно-Колгуевском прогибе и Колвинском грабене достигает мощности 400–1300 м.

В центральных частях Печорской синеклизы – в пределах Большеземельского свода – среднедевонские отложения отсутствуют, в крайних восточных (литолого-фациальные зоны VIa, VIб, см. рис. 2) они образуют непрерывный разрез с нижнедевонскими отложениями.



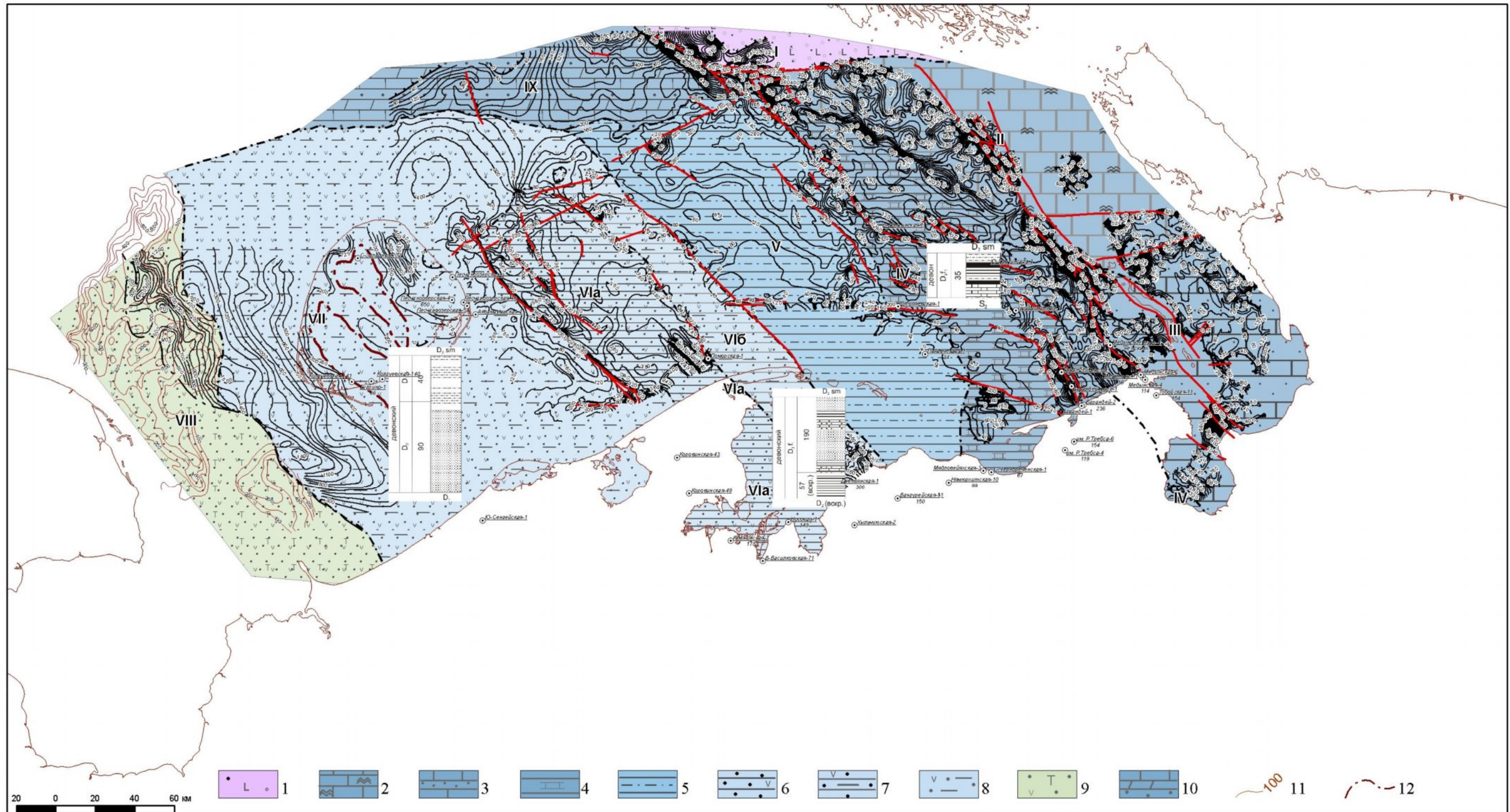


Рис. 2 Литолого-фациальная схема среднедевонско-нижнефранского НГК Печорского моря

1 - глубоководные песчаники, известковые конгломераты, базальты ( $D_2-D_3f$ ); 2 - известняки рифогенные; глубокий шельф ( $D_2-D_3f$ ); 3 - песчаники, глины, алевролиты, известняки; глубокий шельф ( $D_2-D_3f$ ); 4 - глины с прослоями известняков; глубокий шельф ( $D_3f$ ); 5 - алевролиты, глины ( $D_2-D_3f$ ), глины известковистые ( $D_3f$ ), углубленный шельф; 6 - мелководно-морские песчаники ( $D_2$ ), алевролиты, аргиллиты, пирокластический материал ( $D_3f$ ); 7 - мелководно-морские песчаники ( $D_2$ ), алевролиты, аргиллиты, пирокластический материал ( $D_3f$ ); 8 - мелководно-морские песчаники, глины, локальные размывы ( $D_2$ ); 9 - мелководно-морские песчаники, пирокласто-осадочные породы, базальты; 10 - глины, песчаники, мергели, известняки; глубокий шельф; 11 - изопакеты эффузивно-осадочной толщи, м; 12 - граница отсутствия отложений среднего девона



В западной части Печорской синеклизы среднедевонская толща сохранилась в виде крупного линзовидного тела, размытого в предджьерское время на разную глубину. В крайних западных районах развиты только живетские отложения, трансгрессивно перекрывающие как фундамент (Средне-Шапкинская площадь), так и различные горизонты подстилающих отложений. Разрез представлен неравномерным переслаиванием прибрежно-морских песчаников, алевролитов и гравелитов. В основании среднедевонского разреза Средне-Шапkinsкой площади вскрыты базальты.

В пределах Печоро-Колвинского авлакогена для среднедевонских отложений характерны относительная полнота и повсеместное залегание на нижнедевонских отложениях, локальные внутриформационные размыты. Верхняя часть разреза (большая часть живетского яруса) обычно размыта. Эйфельские отложения (до 190 м) представлены несколькими ритмами, в основании которых залегают достаточно мощные (5–40 м) пласты мелко-среднезернистых песчаников. Верхние части ритмов мощностью до 15 м сложены переслаиванием аргиллитов и алевролитов. Венчается разрез глинистой пачкой с прослоями пепловых туфов.

В восточных районах поперечный профиль среднедевонских отложений имеет форму клина, наращивающего свою мощность и стратиграфический объем на востоке от восточного борта Большеземельского свода. В наиболее восточных разрезах среднедевонские толщи сложены карбонатами глубокого шельфа и образуют непрерывный разрез с нижнедевонскими отложениями.

Верхняя – нижнефранская - толща на большей части шельфа имеет невысокую мощность (от 60 до 500 м) и более широкое площадное распространение. Период ее формирования связан с активной тектонической деятельностью и вулканизмом в регионе (см. рис. 2). Нижнефранские отложения сложены преимущественно известковыми аргиллитами и залегают на размытой поверхности разновозрастных нижнепалеозойских отложений. В западной части описываемого региона тиманско-саргаевская существенно глинистая пачка подстилается яранскими пирокласто-осадочными отложениями, сложенными преимущественно туфогенными алевролитами и песчаниками. Здесь в грабенообразных палеопрогибах (Печоро-Колвинский авлакоген и Западно-Колгуевский прогиб) мощность нижнефранских отложений превышает 1000 м (до 1500 м) и широко распространены мощные пласты туфопесчаников. В Печоро-Колвинском авлакогене, где сосредоточены основные месторождения в отложениях описываемого НГК, пограничные живетские (среднедевонские) и яранские слои верхнего девона являются основными

продуктивными горизонтами, гидродинамически связанными между собой, образующими многопластовые нефтяные месторождения; залежи крупнейших Усинского, Воейского, Харьягинского месторождений приурочены к этим горизонтам [Вассерман и др., 1975].

Для месторождений комплекса в северной части Тимано-Печорской провинции характерны: пластово-сводовые залежи, литологически или стратиграфически ограниченные; размыты продуктивных пластов в сводах структур; многопластовость; высокоёмкие песчаные коллекторы; повсеместное расположение под региональным тиманско-саргаевским флюидоупором; преимущественно нефтяной состав флюидов; притоки нефти дебитом 150–500 т/сут. на 10 мм штуцере. В пределах печорского шельфа среднедевонско-нижнефранский НГК залегает на глубинах около 4 км, погружаясь на северо-восток до 6–7 км.

Наиболее благоприятные условия нефтегазонакопления описываемый НГК имеет в западной части Печорской синеклизы, в особенности в пределах Печоро-Колвинского авлакогена. Здесь возможны открытия крупных нефтяных залежей.

### **Франско-турнейский НГК**

Франско-турнейский НГК - один из основных продуктивных комплексов на суше ТПП. Он имеет сложное строение и пестрый фациальный состав. Комплекс характеризуется мощностями от 0,4–1,0 м; наблюдается их возрастание на восток и северо-восток. Строение комплекса в значительной мере контролировалось процессами заложения, развития и замыкания одновозрастной некомпенсированной впадины, возникшей вдоль Уральской геосинклинальной области и своими «рукавами» вдававшейся в восточные районы Печорской синеклизы [Кушнарева, 1977]. Максимального развития палеовпадина достигла в семилукское время, в дальнейшем размеры ее постепенно сокращались, а сама палеовпадина отступала к востоку и северо-востоку. Вдоль восточной и северной границ синеклизы впадина существовала в течение всего франско-турнейского времени.

Положение литолого-фациальных зон контролируется расположением некомпенсированной впадины, на бортах которой располагался рифовый барьер (рис. 3). В дальнейшем удалении от впадины располагались все более мелководные фации – карбонатные, затем терригенные. Распространение обломочных пород контролировалось не только положением областей сноса, но в значительной мере определялось областью распространения пирокластического материала. Источником последнего служили вулканические центры, располагавшиеся как в пределах Печорской синеклизы, так и на ее обрамлении. Наибольшая мощность комплекса достигает 1500 м.



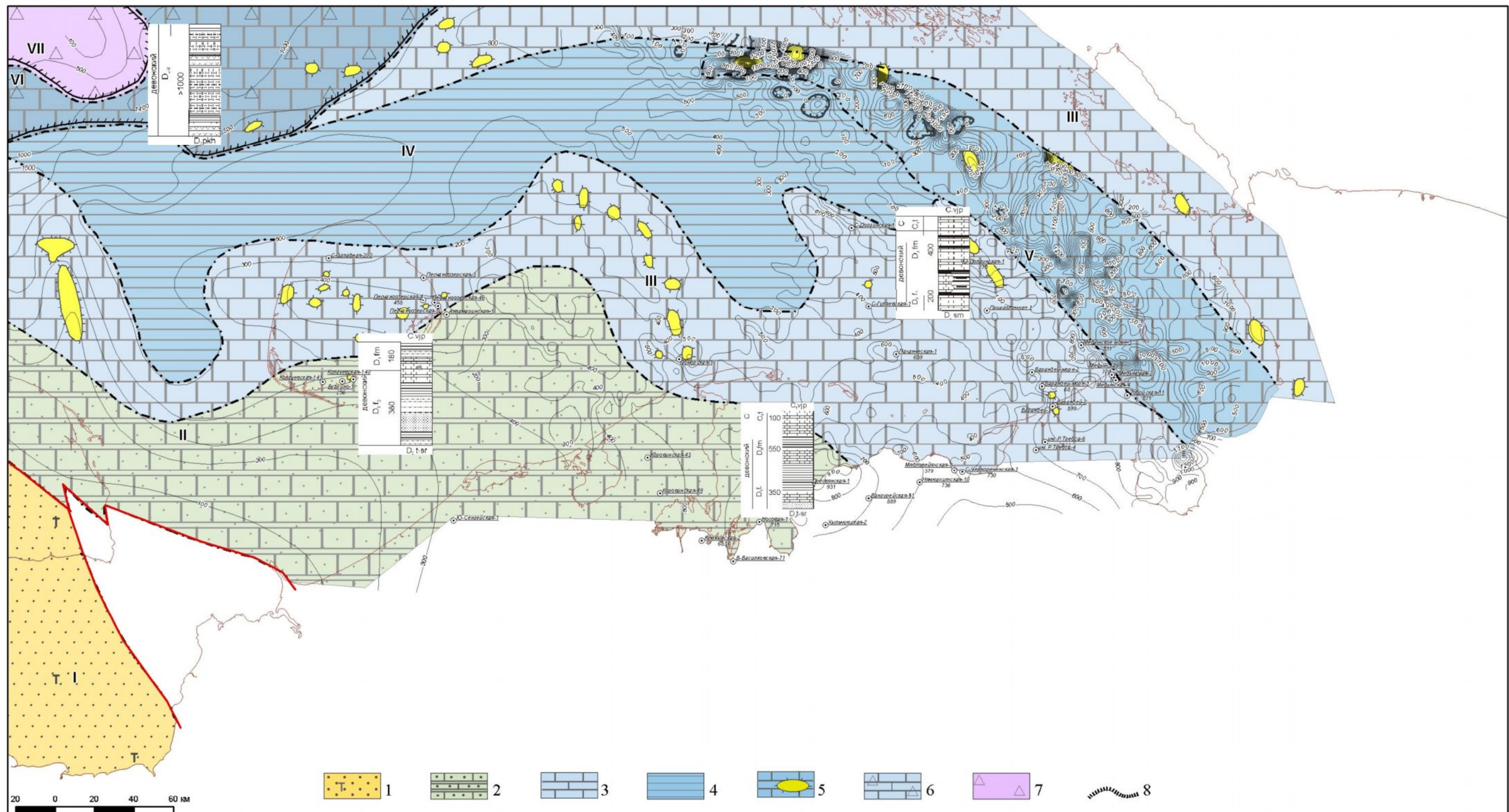


Рис. 3 Литолого-фациальная схема франко-турнейского НГК Печорского моря

1 - конгломераты, песчаники, аргиллиты, туфы, базальты; морское побережье, предгорная равнина; 2 - прибрежно-морские пирокласто-осадочные отложения ( $Df_2$ ), известняки мелкого шельфа; 3 - известняки с рифами; мелкий шельф; 4 - битуминозные известняки и аргиллиты; глубокий шельф; 5 - битуминозные известняки, аргиллиты, известняки с одиночными рифами; глубокий шельф; 6 - глубоководные кремнисто-глинистые отложения с олистолитами ( $Df_2$ ), шельфовые известняки с рифами ( $Dfm-Cf$ ); 7 - глубоководные кремнистые отложения; 8 - бровка франко-турнейского континентального склона



Нижние его горизонты последовательно выклиниваются к западному борту синеклизы, верхние трансгрессивно перекрывают разные горизонты подстилающих отложений. Здесь же установлены перерывы между франским и фаменским ярусами. В кровле наблюдается значительный посттурнейский размыв, на западном борту уничтоживший турнейские, а в наиболее западных участках и фаменские отложения.

В северной части Печорской синеклизы строение верхнедевонско-турнейского подкомплекса может быть охарактеризовано пятью типами разреза.

*Первый тип разреза* (литолого-фациальная зона II, см. рис. 3) представлен в крайнем западном районе (Седухинский вал). Характерны сокращенная мощность (0,4–0,8 км), терригенный состав, отсутствие турнейского и, частично, фаменского ярусов. На подстилающих разновозрастных толщах отложения подкомплекса залегают несогласно.

*Второй тип разреза* (зона II, см. рис. 3) распространен в пределах Малоземельско-Колгуевской моноклинали и Шапкина-Юрьяхинского вала. Разрез, начинающийся с пирокласто-осадочной толщи - пепловых туфов и туффитов, чередующихся с прибрежно-морскими песчаниками, алевролитами и аргиллитами (до 400 м) - сменяется вверх по разрезу известняками, реже доломитами (400–500 м). Фаменские и турнейские отложения представлены известняками, в разной степени доломитизированными, и известковистыми аргиллитами (до 600 м). Общая мощность разреза составляет 1,0–1,5 км.

*Третий тип разреза* (зона III, см. рис. 3). Комплекс сложен верхнефранскими и фаменскими рифогенными телами мощностью 150–200 м, перекрытыми шельфовыми известняками, мергелями и глинами. Верхняя часть турнейских отложений выведена под посттурнейский размыв. Общая мощность подкомплекса достигает 1,5 км.

*Четвертый тип разреза* (зона IV, см. рис. 3) характерен для Коротаихинской впадины и изучен в естественных обнажениях на побережье (м. Синькин Нос) и островах Долгий, Большой и Малый Зеленцы. Описываемые отложения маломощны (до 0,5 км) и представлены окремненными и битуминозными известняками, мергелями, кремнистыми аргиллитами.

Франско-турнейский комплекс содержит основную нефтематеринскую свиту Тимано-Печорской НГП – битуминозную карбонатно-кремнисто-глинистую толщу франско-турнейского возраста. Ее распространение контролируется контурами франско-турнейской некомпенсированной впадины. Наиболее широко распространены битуминозно-глинистые отложения семилукского возраста (доманиковая свита). Кровля свиты наклонена на север - северо-восток и залегает на глубинах от 3 до 7 км. Толща имеет достаточно выдержанный



состав, сохраняющийся и в акватории. Битуминозно-глинистые породы НМС характеризуются высоким содержанием  $C_{орг}$  - 5–8%, иногда до 20%. Органическое вещество НМС имеет сапропелевый альгинито-хитиновый состав; в разностях, обогащенных песчано-алевритовой примесью,  $C_{орг}$  снижается до 2–4%, а в составе ОВ появляется гумусовая органика. На приморской суше и в акватории ТПП франско-турнейские доманикиты находятся на грациях катагенеза  $МК_{3-4}$ . Промышленная нефтегазоносность НГК установлена в Печоро-Колвинском авлакогене, в Хорейверской впадине и Варандей-Адзвинской структурной зоне.

Для месторождений франско-турнейского комплекса характерны: массивные залежи в рифогенных постройках и пластово-сводовые в облекающих постройки слоях карбонатов, а также пластово-сводовые, тектонически экранированные; высокоёмкие породы-коллекторы (пористость 20–30%); притоки нефти с резкими перепадами дебитов от 8 до 650 т/сут. (штуцер – 20 мм) в пределах одной залежи.

На месторождении Медынское-море впервые на акватории печорского шельфа из скв. 1 получен приток легкой нефти из сирачойско-евлановских отложений верхнего девона средним расчетным дебитом 1,12 м<sup>3</sup>/сут. Пластово-сводовая, тектонически и литологически ограниченная залежь расположена в тонкокристаллических трещиноватых и кавернозных известняках, характеризующихся низкой пористостью в 6–10%. На структуре Медынская-море-1 (скв. Медынское-море 3) по ГИС этот продуктивный пласт замещается непроницаемыми терригенно-карбонатными разностями.

### **Окско-артинский НГК**

Окско-артинский карбонатный НГК характеризуется мощностями от 0,4 до 1,0 км, которые возрастают в районах распространения биогермных построек (рис. 4).

Большая часть окско-артинских отложений имеет карбонатный состав и сформирована на шельфе. Граница мелкого и глубокого шельфа подчеркнута цепочками биогермных построек, формирование которых было обусловлено разнонаправленными движениями на соседних участках. Кровля НГК на мелководье залегает на глубинах от 1,5 до 2,5 км, возрастая к северу до 4,0–4,5 км и достигая 5–7 км в Приновоземелье. Окско-кунгурский комплекс сложен преимущественно шельфовыми известняками, вмещающими тела биогермных известняков, в серпуховских отложениях присутствуют пачки ангидритов, в основании комплекса залегает песчано-глинистый яснополянский (бобриковский) горизонт.

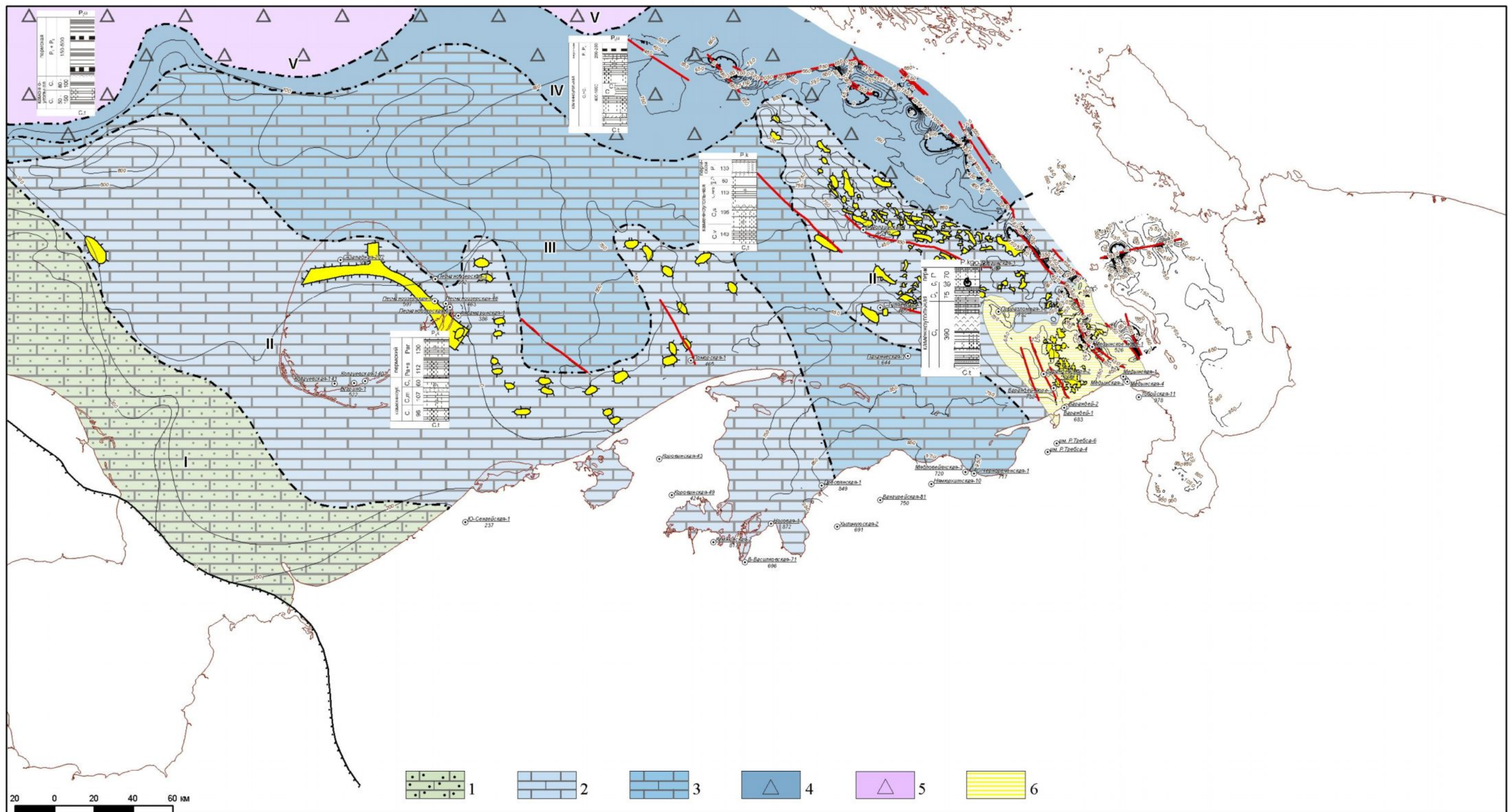


Рис. 4 Литолого-фациальная схема окско-артинского НГК Печорского моря

1 - мелководно-морские глины, известняки глинистые и песчаные; 2 - известняки мелкого шельфа; 3 - известняки углубленного шельфа; 4 - кремнисто-глинистые депрессионные известняки; 5 - глубоководные кремнистые и кремнисто-глинистые отложения; 6 - область частичного размыва окско-артинских карбонатов



На подстилающих отложениях породы комплекса залегают со стратиграфическим несогласием; на западном борту синеклизы трансгрессивно перекрывают разные слои турнейского и фаменского возраста. Восточнее Печорской синеклизы перерыв в осадконакоплении, очевидно, отсутствует. Здесь продолжалось заполнение осадками некомпенсированной палеовпадины, замкнувшейся в конце визейского времени. С этого же момента начинаются периодические воздымания области осадконакопления, интенсивность которых нарастала во времени и по мере приближения к Уральскому орогену. Поздневизейский подъем привел на большей части синеклизы к смене шельфового карбонатного накопления мелководным сульфатно-карбонатным. Последующие периодические воздымания области осадконакопления обусловили локальные размывы верхне-среднекаменноугольных отложений в западной части Большеземельского свода, а также частичные и полные размывы пермских образований на валах Варандей-Адзвинской структурной зоны.

На большей части литолого-фациальной зоны мелководного шельфа (зона II, см. рис. 4) разрез НГК, изученный бурением, обладает стратиграфической полнотой и повсеместно содержит в составе ангидриты серпуховского возраста. Разрез начинается паралической или прибрежно-морской пачкой песчаников и алевролитов яснополянского горизонта, мощностью от 10 м в некоторых западных разрезах до 100 м в восточных. В скважинах вала Сорокина в ней присутствуют тонкие прослои и обломки углей. Выше по разрезу располагаются шельфовые органогенно-обломочные и органогенные известняки окского горизонта (80–280 м), сменяющиеся ангидритами и окремненными скрытокристаллическими известняками серпуховского яруса мощностью 110–200 м. Отложения среднего и верхнего отделов (130–500 м) представлены мелководными тонкослоистыми известняками, вмещающими линзообразные тела высокопористых известняков биогермного происхождения.

Ассельско-артинские известняки представлены брахиоподово-криноидно-мшанковыми разностями, к которым на востоке присоединяются и спонголитовые. Известняки содержат прослои алевроито-глинисто-карбонатной породы и мергелей. В ассельско-сакмарском интервале разреза устанавливаются линзы биогермных известняков.

Разрез НГК северо-западной части Печорской синеклизы (зона I, см. рис. 4), изучен бурением только на прилегающей к печорскому шельфу суше. Он характеризуется размывом значительной части визейских отложений. Разрез (0,4–0,6 км) сложен глинистыми органогенно-обломочными известняками. Нижнепермские карбонатные отложения

представлены ассельско-артинскими глинистыми и алевроитовыми известняками, содержащими линзы биогермных известняков (0,1–0,3 км).

Восточная граница распространения окско-артинского НГК расположена за пределами района исследований на западном склоне Пай-Хоя и на о. Вайгач, где известны его естественные разрезы (зона IV, см. рис. 4). Рассматриваемый комплекс здесь представлен средне-верхнекаменноугольными шельфовыми известняками с единичными рифами, обрамляющими некомпенсированную впадину, и существенно терригенными ассельско-артинскими отложениями.

Разрез нижнепермских отложений начинается мергелистым горизонтом сакмарского возраста мощностью 15–20 м, реже - 40 м. Выше залегает ассельско-артинская толща, сложенная прибрежно-морскими песчано-глинистыми породами. Толща имеет регрессивное строение: вверх по разрезу возрастает грубозернистость пород, аргиллиты сменяются алевролитами с прослоями песчаников и, далее, песчаниками.

Окско-артинский НГК в карбонатных фациях – основной продуктивный горизонт в приморской и акваториальной частях Тимано-Печорской провинции. С юго-запада на северо-восток наблюдается последовательное омолаживание продуктивных отложений: Шапкина-Юрьяхинский вал - средне-верхнекаменноугольный интервал разреза; Лайский вал - верхнекаменноугольно-ассельско-артинский; Колвинский мегавал и вал Сорокина - ассельско-артинские отложения.

Для акваториальных месторождений эта закономерность не наблюдается: на Варандейском, Северо-Гуляевском, Приразломном, Медынском и Долгинском месторождениях продуктивны как средне-верхнекаменноугольные, так и ассельско-артинские карбонаты.

Залежи комплекса нередко приурочены к биогермным постройкам. Перекрывающие НГК отложения кунгурского яруса перми на значительной площади имеют глинистый состав и играют роль регионального флюидоупора.

Залежи месторождений окско-артинского комплекса массивные, сводовые, реже пластово-сводовые; приурочены к биогермным линзовидным телам или пластам органогенно-обломочных известняков повышенной емкости (пористость 11–34%); максимальные притоки нефти на суше достигают 80 т/сут. (штуцер 9 мм); в морских месторождениях 48 т/сут. – 141,4 т/сут.; притоки газоконденсата варьируют от 271 до 677 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

### Кунгурско-верхнепермский НГК

Значение кунгурско-верхнепермского НГК возрастает к северным приморским районам и в акваторию ТПП. Он вмещает залежи нефти в Печоро-Колвинской и Варандей-Адзвинской НГО, установлен непромышленный приток нефти в параметрической скважине Паханческая-1 (акватория Хорейверской НГО). В Печоро-Колвинской НГО открыты также залежи газоконденсата. На шельфе кровля НГК располагается на глубинах 1,9–3,8 км, постепенно погружаясь к северу и северо-востоку.

В восточной части Варандей-Адзвинской структурной зоны располагается обширная область размыва пермских и триасовых отложений (палеосвод Зенченко) (рис. 5).

Кунгурско-верхнепермский НГК сложен толщей песчано-глинистых пород. Залегающие в подошве кунгурские отложения на большей части акватории имеют глинистый состав и играют роль флюидоупора для нижележащего НГК. Однако, в Печоро-Колвинской и Варандей-Адзвинской НГО эти отложения содержат мощные (до 37 м) песчаные, достаточно выраженные по простиранию пласты, обладающие хорошими ФЕС (пористость 16–20%, проницаемость – 1,5–6,5 мД).

В южной части акватории (зона I, см. рис. 5) изученный бурением разрез верхнепермских отложений представлен частным переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, углистых аргиллитов и углей и имеет мелководно-морской и паралический характер. Присутствующие в разрезе песчаные пласты обладают значительными пористостью (16–17%) и проницаемостью (до 3 мД).

В акватории верхнепермские отложения в пределах палеосвода Зенченко размывы, в более северных районах в них установлены залежи нефти (Северо-Гуляевское и Долгинское месторождения), в скважине Паханческая-1 из этих отложений получен непромышленный приток нефти.

Вероятными нефтегазоматеринскими отложениями являются шельфовые глины кунгура. Единичные определения ОС витринита (Дресвянская параметрическая скважина, глубина 2100–2200 м,  $10R^a$ -76,8) показывают, что ОВ кунгурских отложений находится на градации  $МК_1$  и только вступило в ГЗН. Возможно также, что залежи в верхнепермских и триасовых отложениях, известные на северной территории и в акватории, сформировались за счет переформирования более древних залежей и вертикальных перетоков.

Акваториальные верхнепермские залежи пластовые, тектонически ограниченные; притоки нефти составляют 29,9 (штуцер 6 мм) – 47,8 (штуцер 15 мм) м<sup>3</sup>/сут., в Долгинском месторождении по ГИС установлены 4 нефтяных залежи, в Северо-Гуляевском–1.



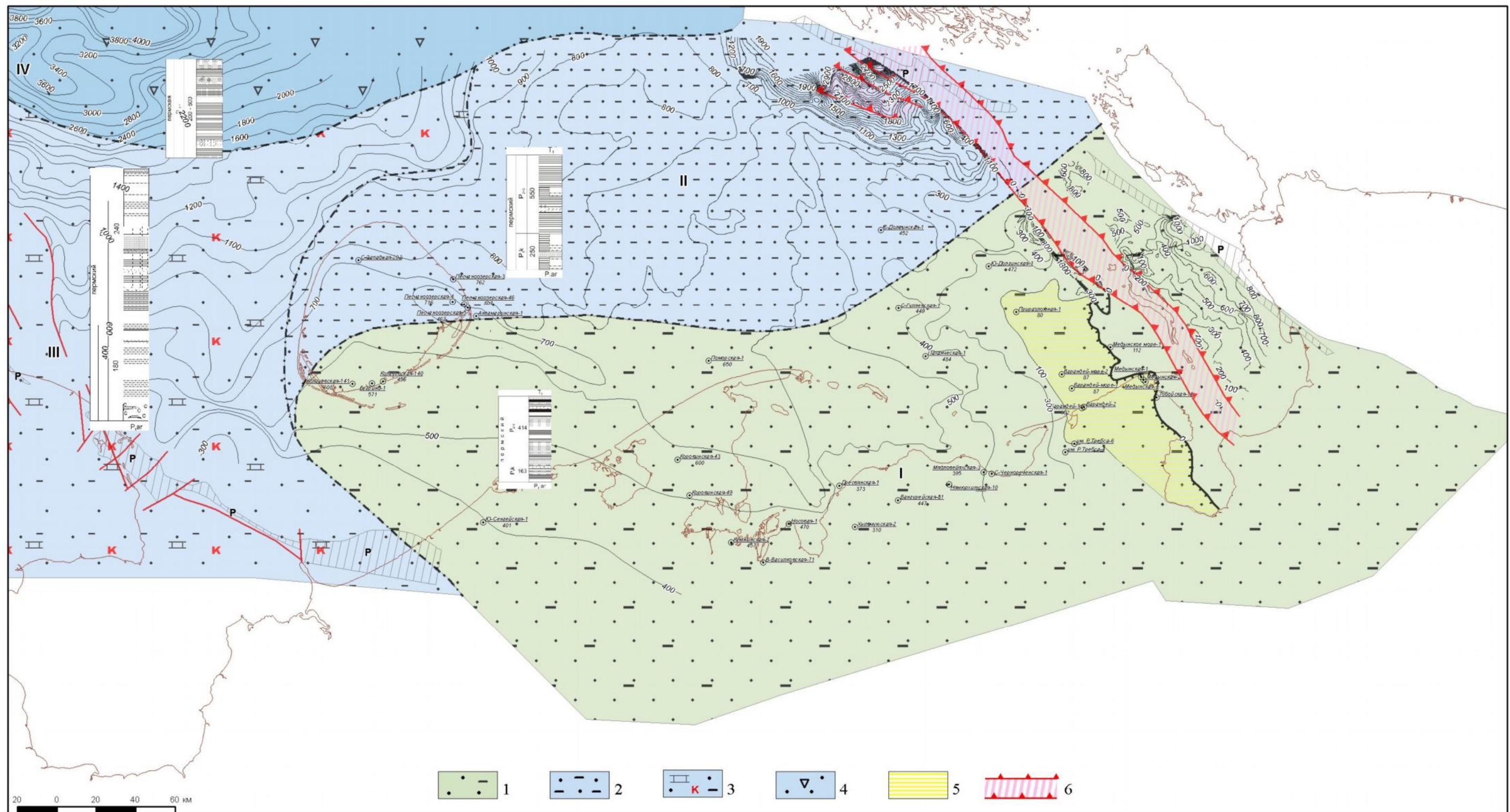


Рис. 5 Литолого-фациальная схема кунгуро-верхнепермского НГК Печорского моря

1 - паралические и прибрежно-морские угленосные песчано-глинистые отложения; 2 - глины с прослоями доломитов и песчаников; мелкий шельф; 3 - красноцветные терригенно-карбонатные отложения; мелкий шельф; 4 - отложения продвигающегося континентального склона - обвално-оползневые песчано-алеврито-глинистые толщи, олистолиды; глубокий шельф; 5 - область частичного размыва; 6 - Вашуткина-Талотинский надвиг

### Триасовый НГК

Значение триасового НГК возрастает к северным и северо-восточным районам акватории ТПП. Выявленные на территории ТПП залежи УВ в триасовом НГК расположены преимущественно в северной, приморской ее части. В акватории НГК нефтеносен в Малоземельско-Колгуевской и Варандей-Адзвинской НГО. Кровля комплекса располагается на глубинах 400–1300 м, погружаясь на север в направлении к Куренцовской структурной зоне баренцевского шельфа. Мощность НГК отчетливо возрастает с юга на север и северо-восток от 1 до 3–3,5 км, достигая на северной границе синеклизы 4,2–5 км (рис. 6).

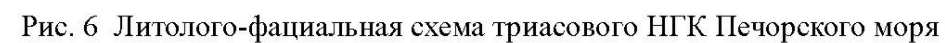
Современный печорский шельф представляет собой южную окраину триасового седиментационного бассейна, его отложения характеризуются мощностями от 0,3 до 4 км и континентальным обликом всего разреза.

В пределах печорского шельфа триасовые отложения практически повсеместно залегают на породах казанско-татарского яруса перми. Стратиграфический перерыв между отложениями триаса и перми очевидно незначителен и фиксируется в подошве триасового разреза либо конгломератом, состоящим из «окатышей» глин и алевролитов, либо грубозернистым песчаником с аналогичными «окатышами». Выше триасовых отложений залегают с размывом средне-верхнеюрские, диапазон размыва сокращается в северном направлении.

Нижний триас представлен двумя толщами (снизу вверх): красноцветной (чаркобожская свита) и пестроцветно-красноцветной (харалейская свита); в наиболее мощных разрезах (север Шапкина-Юрьяхинского вала, Дресвянская морская скважина, побережье Хорейверской впадины) нижнетриасовые образования характеризуются резким преобладанием глинистых пород (70–80% разреза), присутствием единичных прослоев ожелезненных известняков, углистых и сероцветных глин с ходами илоедов.

Разрез представлен горизонтально- и линзовиднослоистыми глинами, содержащими пачки тонкого переслаивания глин и алевролитов и одиночные пласты песчаников. Разрезы с меньшими мощностями нижнего триаса, наиболее распространенные в Хорейверской впадине, сложены преимущественно пачками тонкого переслаивания глин и алевролитов, глин, алевролитов и мелкозернистых песчаников (зона II, см. рис. 6). Все породы в таких пачках обладают своеобразной микрослоистостью, повторяющей макротекстуру толщи и связанной с наличием тончайших линз и прослоев пород другого гранулометрического состава.





[http://www.ngtp.ru/5/35\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/5/35_2009.pdf)



В строении нижнего триаса здесь участвуют также пласты песчаников, мощностью от 4 до 5 м, обладающих косой и линзовидно-волнистой слоистостью. В бортовых частях Печорской синеклизы (зоны I, IV, см. рис. 6) разрез сложен песчаниками (последние обогащены гравием и галькой кварца и кремнистых пород, окатышами красных и зеленых глин). Мощность отложений нижнего триаса колеблется от 0 до 700 м.

Средний триас (ангуранская свита) представлен своеобразной пестроцветной песчано-глинистой толщей, мощность которой отчетливо нарастает к северу. На подстилающих отложениях она залегает согласно и так же согласно перекрывается верхнетриасовыми образованиями. На древних валах и на бортах Печорской синеклизы эта толща размыта на разную глубину и перекрывается юрскими или четвертичными образованиями. Мощность среднетриасовых отложений в известных разрезах колеблется от 0 до 250 м. С юга на север в разрезе возрастает доля глин. Если в южных районах Печорской синеклизы последние составляют менее половины среднетриасового разреза, то в наиболее северных изученных разрезах они достигают 70%. Самые мощные (5–15 м) песчаные пласты залегают обычно в подошве ангуранской свиты.

Характерные красноцветно-пестроцветные отложения нижних отделов триаса в верхнем отделе сменяются сероцветной угленосной толщей, мощность которой также наращивается к северу. Между средним и верхним отделами наблюдаются согласные взаимоотношения; в послетриасовое время отложения верхнего отдела были размыты на разную глубину вплоть до полного их уничтожения на восточном борту Печорской синеклизы и в Притиманье. Самый незначительный интервал размыва устанавливается в Хорейверской впадине.

Разрезы центральных районов синеклизы (Песчаноозерская, Белузейская, Дресвянская, Хыльчюская, Паханческая площади) характеризуются высоким содержанием глин (более 60% мощности). Распространены серые глины, содержащие углистые включения и прослои углистых глин. В нижней части разреза достаточно часто встречаются прослои красноцветных и пестроцветных глин, встречены мягкие белые глины. В верхах описываемой толщи на Песчаноозерской площади отмечены черные жирные глины с обильными пеллециподами и ходами илоедов. В нижней половине толщи присутствуют редкие, достаточно мощные слои песчаников (до 7 м). В бортовых частях синеклизы количество песчаников и алевролитов постепенно возрастает. При этом в западном направлении строение разреза сменяется достаточно резко и на западе синеклизы практически повсеместно верхнетриасовая толща сложена чередованием мощных песчаных

и алевроито-глинистых пластов, содержащих тонкие пласты углей, пластовые сидеритовые конкреции и флору плохой сохранности; в низах разреза одиночные прослои конгломератов, мощностью до 1 м, сложенных галькой и валунами глинисто-алевритовых пород. На восток грубозернистость разреза возрастает постепенно, глинистые пачки вначале сменяются пачками тонкого переслаивания глин и алевролитов; мощность и количество песчаных пластов возрастают. Такие переходные типы разрезов обладают повышенной мощностью. На восточном борту зоны, в пределах вала Сорокина в строении верхнетриасовых отложений уже резко преобладают песчаники (до 75% мощности). Песчаники массивные и косослоистые, содержат тончайшие прослои глин и алевролитов, растительный детрит и уплощенные окатыши глин. Судя по каротажным диаграммам, мощность отдельных песчаных пачек достигает 40 м. Мощность верхнетриасовых отложений колеблется от 0 до 740 м.

Коротайхинская зона - область северного окончания Предуральского краевого прогиба (зона V, см. рис. 6). От соседних она резко отличается высокими мощностями (до 6 км) и грубозернистостью триасовых отложений. В основании разреза на размытых пермских отложениях располагается вулканогенный горизонт, состоящий из 2-х покровов базальтов по 11–12 м и 16–27 м мощностью и разделяющей покровы межбазальтовой пачкой пирокласто-осадочных пород.

Вышележащая красноцветная толща, мощностью до 1600 м, имеет грубозернистое строение. Она состоит из нескольких ритмов, каждый из которых начинается мощной пачкой зеленых и серовато-зеленых песчаников (300–500 м) с прослоями и линзами конгломератов и гравелитов. Мелкозернистая часть ритмов сложена тонким, переслаиванием кирпично-красных, серых и зеленовато-серых глин и алевролитов.

Пестроцветная часть разреза ( $T_2$ ) представлена тонким переслаиванием красноцветных, зеленоцветных и сероцветных аргиллитов, алевролитов и песчаников с преобладанием сероцветных пород. Характерно присутствие железистых бобов, конкреций и линзовидных прослоев сидеритов. Мощность ее примерно оценивается в 700 м. В центральных частях Коротайхинского прогиба (пл. Гусиная) пестроцветные отложения не встречены. Здесь, скв. 100 вскрыты только сероцветные отложения средне-позднетриасового возраста. Эти отложения, достигающие наибольшей мощности (от 1390 до 1600 м) в центральной части впадины, представлены чередованием мощных пачек темно-серых, почти черных песчаников (50–90 м) и аргиллитов (до 50 м). Песчаники в разрезе заметно преобладают. Черная окраска пород обусловлена присутствием в составе обломочного



материала углистых аргиллитов и углей, вероятно, пермского возраста. Триасовые отложения перекрываются четвертичными образованиями.

Промышленные скопления УВ связаны с красноцветно-пестроцветными отложениями нижнего – среднего триаса. В западных районах (Песчаноозерское, Василковское, Лаявожское, Хыльчуйское месторождения) продуктивны базальные нижнетриасовые песчаники, перекрытые мощной толщей красноцветных и пестроцветных глин. Пористость песчаников варьирует от 11 до 27%, проницаемость достигает 1,24 Д. Притоки легкой нефти на Песчаноозерском месторождении достигают 188 м<sup>3</sup>/сут. на 6 мм штуцере, газа – 111,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В восточных районах скопления тяжелой нефти связаны с харалейской красноцветно-пестроцветной свитой и приурочены к региональным песчаным пластам, расположенным в основании двух мощных глинистых толщ. Пористость песчаников – 17–30%, проницаемость больше 100 мД. Эти залежи присутствуют во всех северных структурах вала Сорокина – от Наульской до Приразломной. Для всех этих залежей характерен низкий коэффициент извлечения от 0,2 в территориальных месторождениях до неподвижных залежей в акваториальных месторождениях – Варандей-море и Приразломном.

Таким образом, наиболее крупными и богатыми УВ являются карбонатные НГК. Они содержат высококачественную зрелую НМС, несколько толщ-резервуаров, достаточно надежно изолированы региональным флюидоупором. Эти НГК являются основным объектом геологоразведочных работ на шельфе Печорского моря. Вторым объектом работ может быть ордовик-нижнедевонский НГК в Хорейверской впадине, где существуют геологические условия, аналогичные условиям крупных нефтяных месторождений им. Р. Требса и им. А. Титова. В крайних северных районах печорского шельфа основными объектами нефтегазопроисхождения до глубин 5 км будут два верхних терригенных НГК – кунгурско-пермский и триасовый, изолированные региональным среднетриасовым флюидоупором, сложенный пестроцветными глинами мощностью от 100 до 200 м.

### Литература

*Вассерман Б.Я., Савинкин П.Т., Сало А.И. и др.* Особенности геологического строения Усинского многопластового нефтяного месторождения //Геология и нефтегазоносность Тимано-Печорской провинции. - Сыктывкар, 1975. - С. 28 - 41.

*Ехлаков Ю.А., Белоконов Т.В., Корбух Ю.А. и др.* Новые данные по геологии нижнего девона и силура по результатам бурения Колвинской параметрической скважины //Советская геология, 1991. - № 8. - С. 86 - 95.

*Кушнарева Т.Н.* Фаменский ярус Тимано-Печорской провинции. - М.: Недра, 1977.- 135 с.

*Маргулис Е.А.* Геологические условия и перспективы нефтегазоносности северной окраины Тимано-Печорской провинции //Материалы научно-практической конференции: Эволюция взглядов на геологию и нефтегазоносность Тимано-Печорской провинции. - Ухта: ТП НИЦ, 2008. - С. 44-50.

**Рецензент:** Прищепа Олег Михайлович, доктор геолого-минералогических наук

**Margulis E.A.**

All Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia [ins@vnigri.ru](mailto:ins@vnigri.ru)

## OIL-GAS COMPLEXES OF THE PECHORA SHELF

*A sedimentary cover of the Pechora Sea prospective for oil and gas is divided into 6 oil-gas complexes (OGC). Lithological-facies zoning of the OGC is performed, the main types of sequences of the OGC are characterized, basic source rocks formations, permeable strata and seals are described, mining and petrophysical parameters are shown. Oil-gas complexes – the major objects of exploration on the shelf of the Pechora Sea – are determined.*

**Key words:** *Pechora Sea, Pechora syncline, Korotaikhinsk depression, oil-gas complexes, lithologic-facies zones.*

### References

Vasserman B.Â., Savinkin P.T., Salo A.I. i dr. Osobennosti geologičeskogo stroeniâ Usinskogo mnogoplastovogo neftânogo mestoroždeniâ //Geologiâ i neftegazonosnost' Timano-Pečorskoj provincii. - Syktyvkar, 1975. - S. 28 - 41.

Ehlašov Ŭ.A., Belokon' T.V., Korbuh Ŭ.A. i dr. Novye dannye po geologii nižnego devona i silura po rezul'tatam bureniâ Kolvinskoj parametričeskoj skvažiny //Sovetskaâ geologiâ, 1991. - # 8. - S. 86 - 95.

Kušnareva T.N. Famenskij ârus Timano-Pečorskoj provincii. - M.: Nedra, 1977.- 135 s.

Margulis E.A. Geologičeskie usloviâ i perspektivy neftegazonosnosti severnoj okrainy Timano-Pečorskoj provincii //Materialy naučno-praktičeskoj konferencii: Èvolûciâ vzglâdov na geologiû i neftegazonosnost' Timano-Pečorskoj provincii. - Uhta: TP NIC, 2008. - S. 44-50.