

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/45\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/45_2018)

УДК 552.54:552.578.061.4(470.1)

**Бурова И.А.**Акционерное общество «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (АО «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, [ins@vnigri.ru](mailto:ins@vnigri.ru)

## **ПОИСК ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В КАРБОНАТНОЙ ТОЛЩЕ ВЕРХНЕДЕВОНСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ (МОРОШКИНСКИЙ УЧАСТОК И ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕРРИТОРИИ)**

*Применен комплексный междисциплинарный метод анализа геологического строения и истории формирования осадочного бассейна, проводимый на основе всех имеющихся геологических, геофизических и геохимических данных и традиционно включающий анализ стратиграфии (секвенс-стратиграфический анализ) и седиментологии (седиментологическое моделирование). Построен полный структурный палеофиль карбонатных отложений верхнего девона. С учетом дискретного характера осадконакопления выделены три седиментационных комплекса с характерной последовательностью напластований, связанных единством времени и местом образования, и определенным внутренним строением слагающих их парасеквенций (tt-hw). Выделены средне-верхнефранский и фаменский нефтегазоносные комплексы. Построены схемы распространения толщин продуктивных горизонтов и значений эффективных толщин пластов-коллекторов, а также схемы распространения значений коэффициента глинистости в разрезах этих комплексов. Сделан прогноз обнаружения ловушек углеводородов в их продуктивной части.*

**Ключевые слова:** *верхнедевонский осадочный бассейн, секвенс-стратиграфический анализ, седиментационный комплекс, парасеквенция (tt-hw), средне-верхнефранский и фаменский нефтегазоносные комплексы, ловушки углеводородов, Тимано-Печорская провинция.*

В современном тектоническом плане Морошкинский перспективный участок включает часть Денисовской впадины на западе и часть Колвинского мегавала на востоке, являющиеся структурными элементами Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

Карбонатные отложения верхнего девона ( $D_{3f2-3}$ ,  $D_{3fm}$ ) Морошкинского участка относятся к перспективному объекту поиска нефтегазоносных залежей, сформированных на довольно больших глубинах. Кровля отложений фаменского яруса располагается на глубинах от 2824 м (-2669,8 м) до 3360 м (-3212,6 м); подошва среднефранских карбонатных отложений саргаевского горизонта перекрывает терригенные отложения тиманского горизонта нижнефранского подъяруса и вскрыта на глубинах от 4255 м (-4121,35 м) до 4295 м (-4147,6 м). Мощность исследуемых верхнедевонских карбонатных отложений Морошкинского участка колеблется от 757 до 1100 м. По тектоническому и палеогеографическому признакам отложения сформированы в седиментационном бассейне Тимано-Печорского шельфа Уральского палеоокеана в условиях мелководно-морских

обстановок с высокой долей формирования приливно-отливных (литоральных) и сублиторальных литофаций [Кузнецов, Журавлева, 2014].

На территории Морошкинского участка пробурено шесть скважин: в западной части на территории Денисовской впадины - скважины 2, 3, 12, 13-Северо-Командиршорская, скв. 31-Морошкинская, в восточной части участка на территории Колвинского мегавала - скв. 144-Среднехарьягинская. Кроме этого, для построения структурно-генетической модели отложений верхнего девона, карт-схем распределения значений мощностей систем напластования, схем распределения значений коэффициента глинистости и схем распределения значений суммарных величин мощности пластов-коллекторов ( $H_{\Sigma\phi}$ ), привлечены геологические материалы скважин, пробуренных вблизи Морошкинского участка.

Непосредственное изучение геологических объектов, залегающих под поверхностью и поэтому недоступных для прямого наблюдения целиком, осуществляется по случайным, более или менее представительным вертикальным пересечениям (керна скважин), а косвенную информацию о них дают геофизические методы (каротаж, сейсмопрофилирование). Исследуемые отложения довольно плохо охарактеризованы керном, поэтому для получения непрерывной геологической информации о вертикальном строении карбонатного разреза отложений верхнего девона ( $D_{3f2-3}$ ,  $D_{3fm}$ ) привлечены данные радиоактивного каротажа. В настоящее время известно влияние периодически повышавшейся концентрации радиоактивных элементов в среде обитания на развитие биосферы в геологическом прошлом и, как итог, чередование условий образования осадков с повышенной радиоактивностью в бассейнах седиментации [Неручев, 2007].

С помощью построения корреляционных схем промыслово-геофизических данных и привязки кернового материала к каротажным диаграммам по глубине в вертикальном разрезе каждой изученной скважины выделено 16 слоев. В результате этих исследований получен вертикальный ряд генетически связанных осадочных единиц (слоев), который представляет собой последовательную систему напластований пород, образовавшуюся в результате трансгрессивно-регрессивного (tt-hw) цикла осадконакопления.

Отложения франского яруса ( $D_{3f2-3}$ ) представляют собой следующую систему напластования (снизу вверх):

Слой 16 (tt) – саргаевский (sr) горизонт, мощность от 10-30 до 55 м;

Слой 15 (hw) – доманиковый (dm) горизонт, мощность от 15-18 до 122 м;

Слой 14 (tt) – ветласянский (vt) горизонт, мощность от 25 до 63 м;

Слой 13 (hw) – сирачойский (srç) горизонт, мощность от 15-38 до 109-346 м;

Слой 12 (tt) – евлановский+ливенский (evl+lv) нерасчлененный горизонт, мощность от

83 до 314 м.

В подошве фаменского яруса ( $D_3fm$ ) (или в кровле франского) возможен скрытый перерыв в осадконакоплении, определяемый по отсутствию регрессивного (hw) цикла в осадконакоплении сформированной системы напластования отложений верхнего девона.

Отложения фаменского яруса ( $D_3fm$ ) представляют собой следующую систему напластования (снизу в верх):

Слой 11 (tt) – волгоградский (vlq) горизонт, мощность от 19 до 90 м;

Слой 10 (hw) – задонский (zd) горизонт и подошвенная часть елецкого (el) горизонта, мощность от 108 до 180 м;

Слой 9 (tt) – глинистый репер МП средней части елецкого горизонта, мощностью от 20 м до полного выклинивания в восточном направлении;

Слой 8 (hw) – прикровлевая часть елецкого (el) горизонта, мощность от 55 до 73 м;

Слой 7 (tt) – кровельная часть елецкого (el) горизонта, глинистый репер  $R_p$  el-up мощность от 63 до 111 м;

Слой 6 (hw) – подошвенная часть усть-печорского (up) горизонта, мощность от 27 до 38 м;

Слой 5 (tt) - глинистый репер  $R_p$  up средней части усть-печорского (up) горизонта, мощностью от 28 до 41 м;

Слой 4 (hw) - прикровлевая часть усть-печорского (up) горизонта мощность от 67 до 75 м;

Слой 3 (hw) - подошвенная часть зеленецкого и намюрского нерасчлененного горизонта ( $zl+nm$ ), мощность от 29 до 34 м;

Слой 2 (tt) - глинистый репер  $R_p$   $fm_3$  средней части зеленецкого и намюрского нерасчлененного горизонта ( $zl+nm$ ), мощность от 13 до 23 м;

Слой 1 (hw) - кровельная часть зеленецкого и намюрского нерасчлененного горизонта ( $zl+nm$ ), мощность от 27 до 99 м.

Выявленные и прослеженные по горизонтали слоевые ассоциации (tt-hw) рассматриваются как система нескольких родственных литолого-генетических типов пород, которая ограничена более или менее отчетливо выраженными межслоевыми поверхностями. [Шишлов, 2010]. В основе детального описания внутренней структуры циклически построенных слоевых ассоциаций (парасеквенций) – геологических тел надпородного уровня, лежит фациальный анализ (породный уровень исследования слоя). Существуют два направления в понимании фации (разделение условно). В первом случае фация понимается как физико-географические условия, т.е. условия осадконакопления. Во втором – фация как осадочная порода, обладающая различными особенностями, **указывающими** на условия её

накопления. Для прогнозной оценки распределения в разрезе коллекторов и покрышек практичнее понимать термин «фа́ция» во втором варианте, т.е. как литофа́цию – литолого-генетический тип пород, сформированный в пределах седиментационного бассейна, существующего на ограниченном участке с определенными условиями осадконакопления, установившимися на этапе формирования данного типа породы. Фа́циальный анализ может эффективно использоваться в поиске залежей углеводородов (УВ), только если он применяется совместно с анализом мощностей и данными секвенс-стратиграфического анализа.

В стратиграфических построениях использовались результаты фа́циального анализа, проведенного литологами ВНИГРИ (Н.Е. Отмас, Т.Д. Шибиной, И.О. Скивинской, Е.В. Климовой), и литолого-петрографические описания пород, выполненные в ТП НИЦ, а также геологические данные, снятые с кривых радиоактивного каротажа (мощность слоя, значения показаний радиоактивного каротажа), и результаты испытаний пластов.

Проделанная работа дала возможность гарантировано судить о составе и характере литолого-генетических типов пород (литофа́ций), образованных на одном стратиграфическом уровне (слое), генетически связанных единством времени и местом образования. Это позволило построить структурный палео́профиль карбонатных отложений верхнего девона ( $D_{3f2-3}$ ,  $D_{3fm}$ ), отображенный на профилях I-I, II-II, III-III (рис. 1-3).

Проведенная слоевая типизация вертикальных разрезов имеющихся скважин, лежит в основе секвенс-стратиграфического анализа. Объектом анализа служат циклически построенные слоевые ассоциации (геологические тела надпородного уровня организации), структурные связи которых обусловлены относительными изменениями уровня моря [Осадочные бассейны..., 2004]. Каждая слоевая последовательность образуется в процессе заполнения осадкоемкого пространства. Трансгрессивная последовательность слоев связана с подъемом относительного уровня моря, то есть с режимом недокомпенсации, при котором скорость осадконакопления оказывается меньше, чем скорость увеличения осадкоёмкого пространства. С течением времени скорость накопления осадков, формирующих седиментационные слои, превышает скорость увеличения осадкоемкого пространства. Это приводит к падению относительного уровня моря и накоплению регрессивной последовательности седиментационных слоев. В момент полного заполнения осадкоемкого пространства цикл формирования трансгрессивно-регрессивной последовательности слоев заканчивается крайним обмелением, приводящим к выветриванию или эрозии (умиранию системы). В соленосно-карбонатных формациях в условиях крайнего обмеления могут отлагаться ангидриты (или гипсы) и соли.

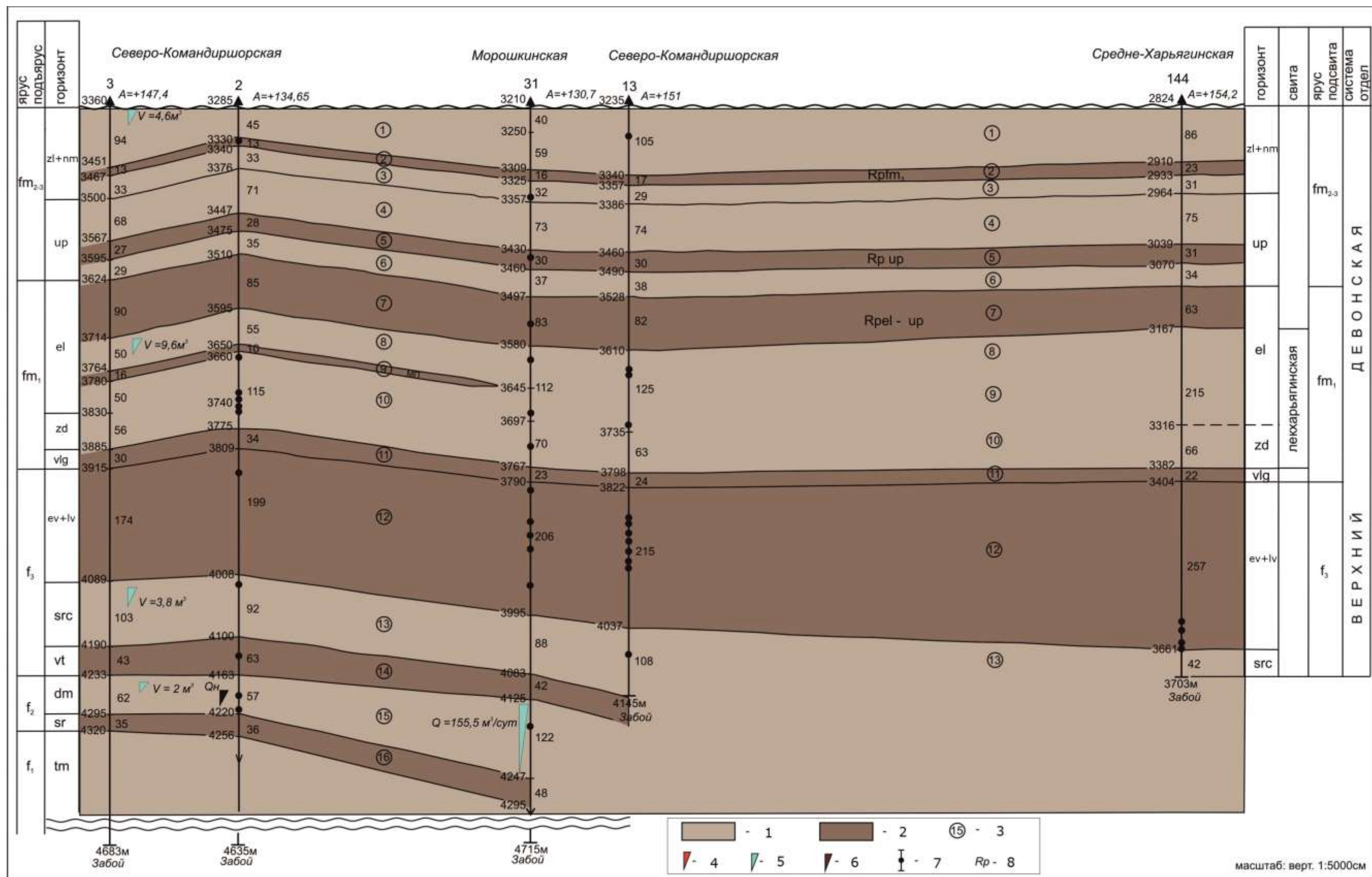


Рис. 1. Структурно-генетическая палеомодель системы напластования верхнедевонского осадочного бассейна по профилю I-I

1 – продуктивные горизонты, 2 – непроницаемые горизонты – покрывки, 3 – пласты трансгрессивно-регрессивной (tt-hw) седиментационной последовательности; интервалы опробования пласта, притоки: 4 –  $Q_2$  – газ, 5 – минеральные воды, 6 –  $Q_n$ , нефть, 7 – вынос керна, 8 – глинистый репер; горизонты: *zl+nm* – зеленецкий+намюрский, *up* – усть-печорский (лебединский - онтуховский), *el* – елецкий, *zd* – задонский, *vlg* – волгоградский, *ev+lv* – евлановский+ливенский, *src* – сирачойский, *dm* – доманиковъй, *sr* – саргаевский; МП – глинистый репер.

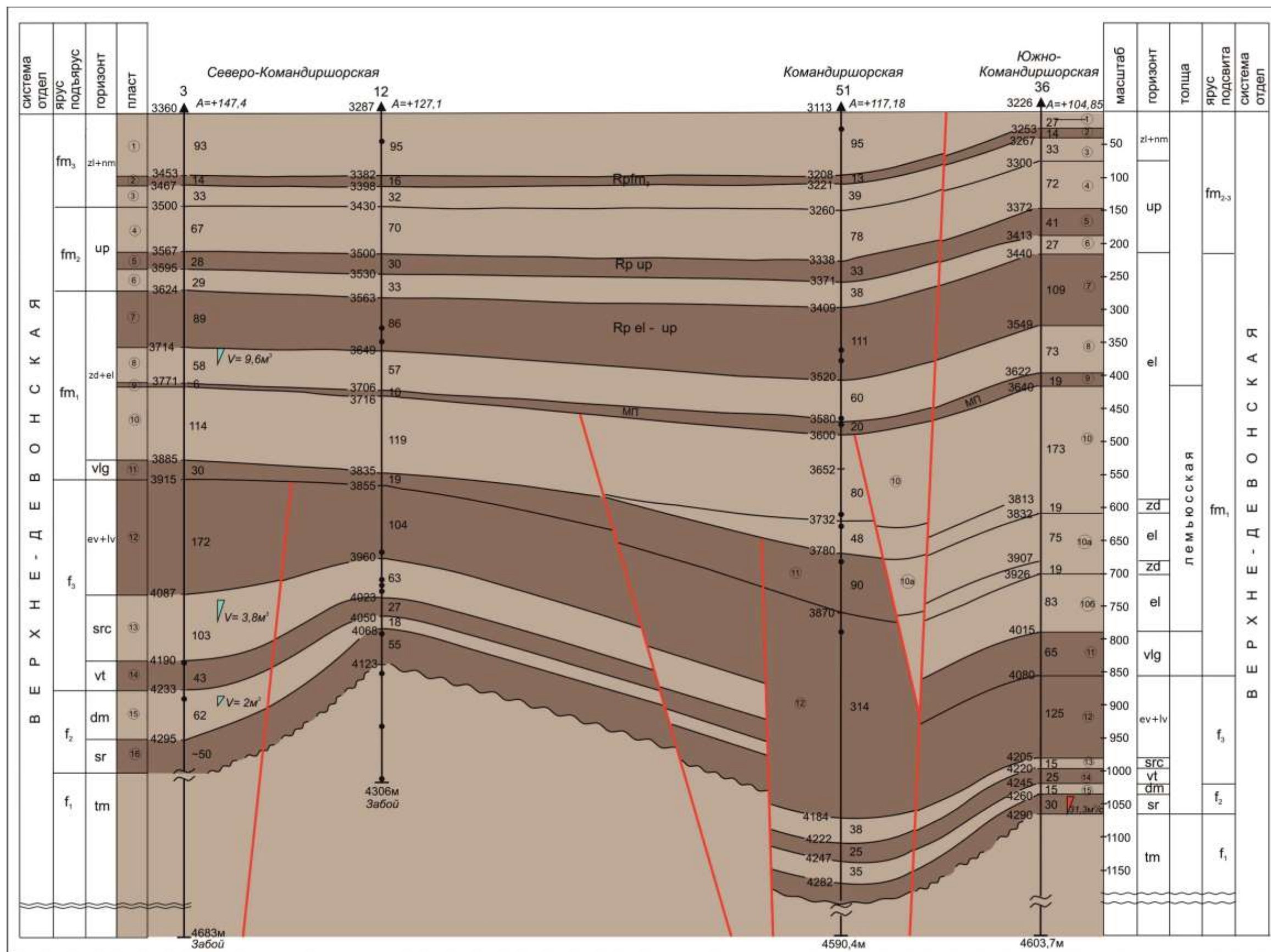


Рис. 2. Структурно-генетическая палеомодель системы напластования верхнедевонского осадочного бассейна по профилю II-II

Красными линиями обозначены разломы. Остальные усл. обозначения см. на рис. 1.

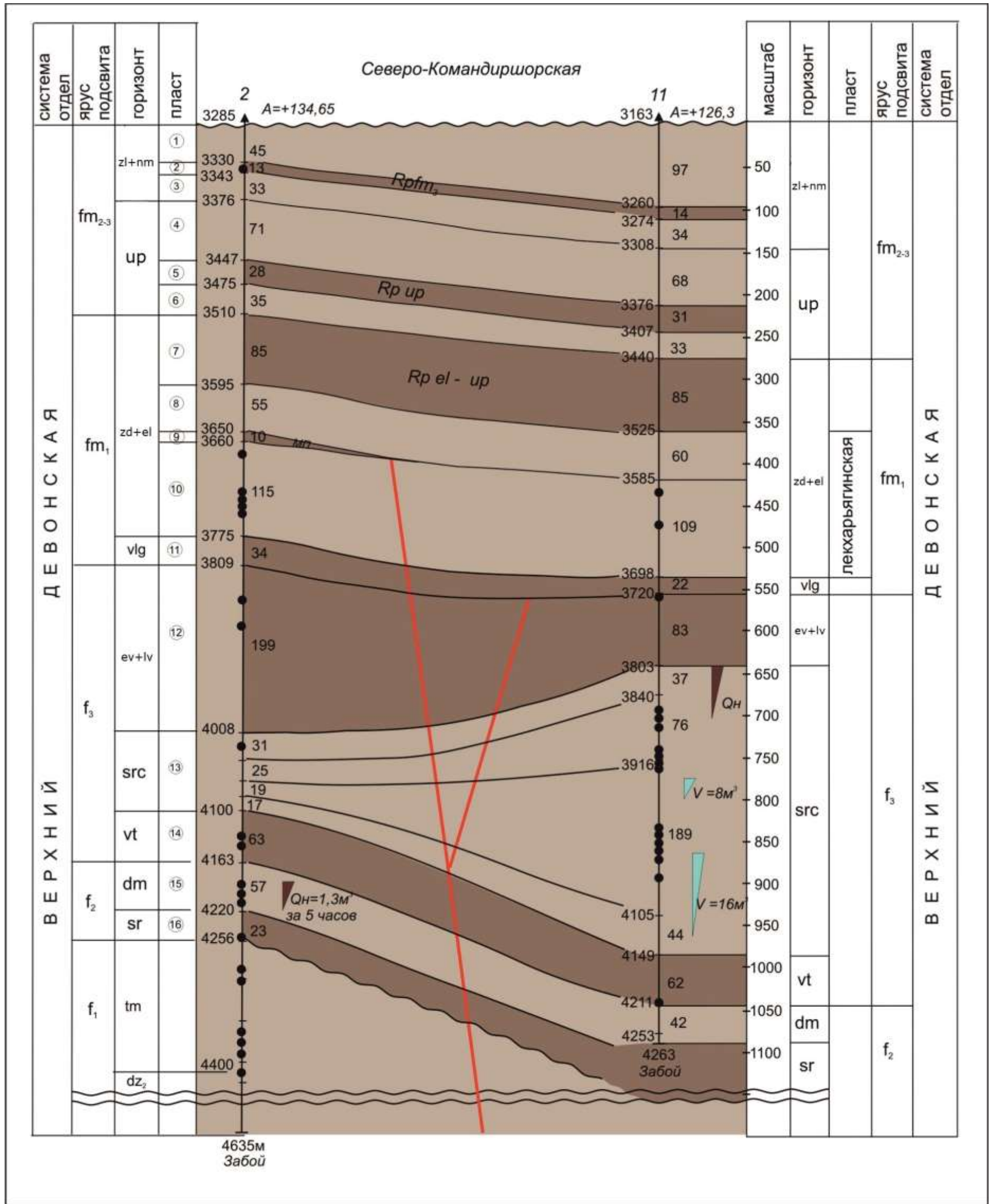


Рис. 3. Структурно-генетическая палеомодель системы напластования верхнедевонского осадочного бассейна по профилю III-III. Красными линиями обозначены разломы. Остальные усл. обозначения см. на рис. 1.

Верхнедевонская осадочная толща относится к карбонатному комплексу, не содержащему заключительной части регрессивной последовательности – галогенно-сульфатной формации.

Выстроенную структурно-генетическую модель верхнедевонских карбонатных отложений Морошкинского участка, с учетом особенностей, обусловленных дискретным характером осадконакопления и формирования осадочной толщи, можно соотнести с более крупными сейсмостратиграфическими подразделениями - системными трактами (или седиментационными комплексами). Это системы напластования, представляющие собой непрерывную стратиграфическую последовательность напластований, связанных единством времени и местом образования, определяющиеся типом ограничивающих поверхностей и внутренним строением слагающих их парасеквенций (tt-hw).

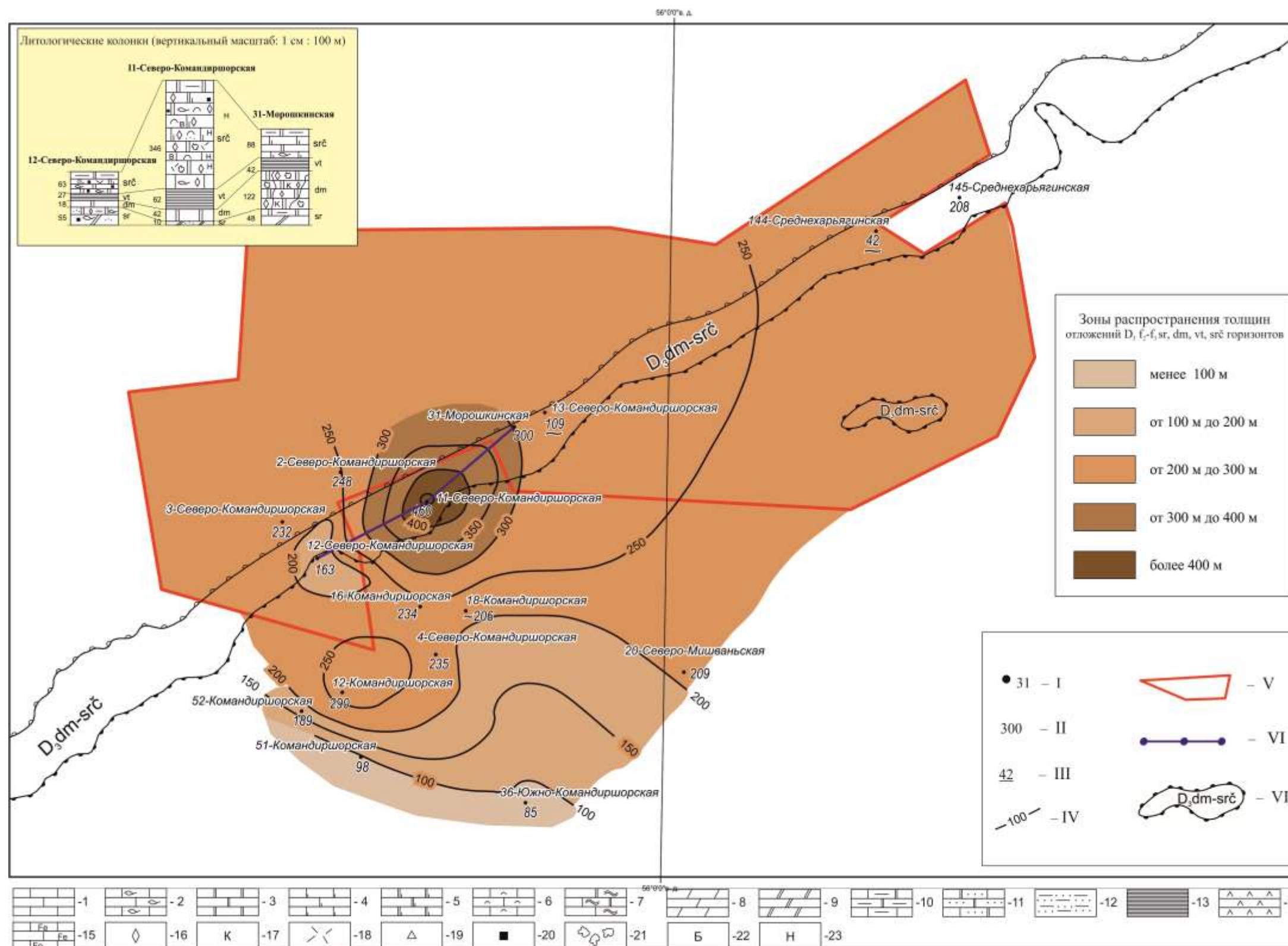
Как отмечалось В.Е. Хаиным в 1973 г., «отложения осадочного чехла в плитную стадию, в еще большей мере, чем в авлакогенную обнаруживают цикличность, которая контролируется цикличностью развития смежных геосинклиналей». Терригенными отложениями раннего и среднего девона в геологической летописи фиксируется начало герцинского тектонического цикла. Новый цикл знаменуется наступлением моря, но эта трансгрессия, как правило, заметно запаздывала по сравнению с ее развитием в смежных геосинклиналях и нередко достигала своего максимума на платформах уже тогда, когда в геосинклиналях начинали складываться обратные тенденции. Так, девонская трансгрессия герцинского тектонического цикла охватила территорию Тимано-Печорской провинции (Морошкинского участка) только в позднем девоне – карбоне, отмеченная накоплением карбонатных толщ.

В соответствии с изложенными подходами в вертикальном разрезе верхнедевонских карбонатных отложений Морошкинского участка можно выделить более крупные седиментационные комплексы на следующих стратиграфических уровнях.

Средне-верхнефранский седиментационный комплекс  $D_{3f2-3}$  (или тракт низкого стояния уровня моря LST) соответствует системе напластования саргаевского, доманикового, ветлосянского и сирачойского горизонтов средне-верхнефранского подъяруса. Условия для устойчивого накопления карбонатных отложений этих горизонтов создавались подпором наступавших морей со стороны геосинклинали. Мощность комплекса колеблется от 85 до 460 м (рис. 4).

Верхнефранский седиментационный комплекс ( $D_{3f3}$ ) или трансгрессивный системный тракт TST (относительной стабильности уровня моря) соответствует системе напластования евлановского и ливенского нерасчлененных горизонтов верхнефранского подъяруса.





**Рис. 4. Карта-схема изопакит отложений средне-верхнефранского подъяруса верхнего девона, отнесенных к осадочной системе напластований (тракт LST) высокого стояния уровня моря, вскрытых скважинами на Морошкинском участке и прилегающих территориях**

*I – точка расположения скважины, название и номер скважины, II - значение вскрытой мощности, III – мощность отложений вскрыта не полностью, IV - изолинии мощности систем напластований (трактов LST, TST, HST), V - граница участка, VI - профили литоогических колонок, VII – зона барьерных рифов (по ООО «ТП НИЦ», 2018).*

*Литоогические колонки: 63 - слева колонки значение толщины горизонта; sr – справа колонки индексы горизонтов: саргаевского - sr, доманиковского - dm, ветлосянского - vt, сирачойского src.*

*1 – известняки; 2 – известняки с обломками фауны (органогенно-детритовые, шламовые); 3 – доломиты; 4 – известняки доломитовые; 5 - доломиты известковые; 6 – известняки водорослевые, комковато-сгустковые; 7 – карбонаты со строматолитовой структурой; 8 – мергели известковые; 9 – мергели доломитовые; 10 – карбонаты глинистые; 11 – карбонаты с примесью терригенного материала (алевроитовые, алевроитистые); 12 – алевролиты; 13 – аргиллиты; 14 – ангидриты в прослоях; 15 – известняки ожелезненные, пестроокрашенные; 16 – вторичная доломитизация; 17 – вторичная кальцитизация, в основном по трещинам; 18 – метасоматический ангидрит в кристаллах; 19 – кремнезем; 20 – пиритизация; 21 – открытые поры и каверны выщелачивания; 22 – битум темно-коричневый по стенкам пор и трещинам; 23 – нефтенасыщение породы.*

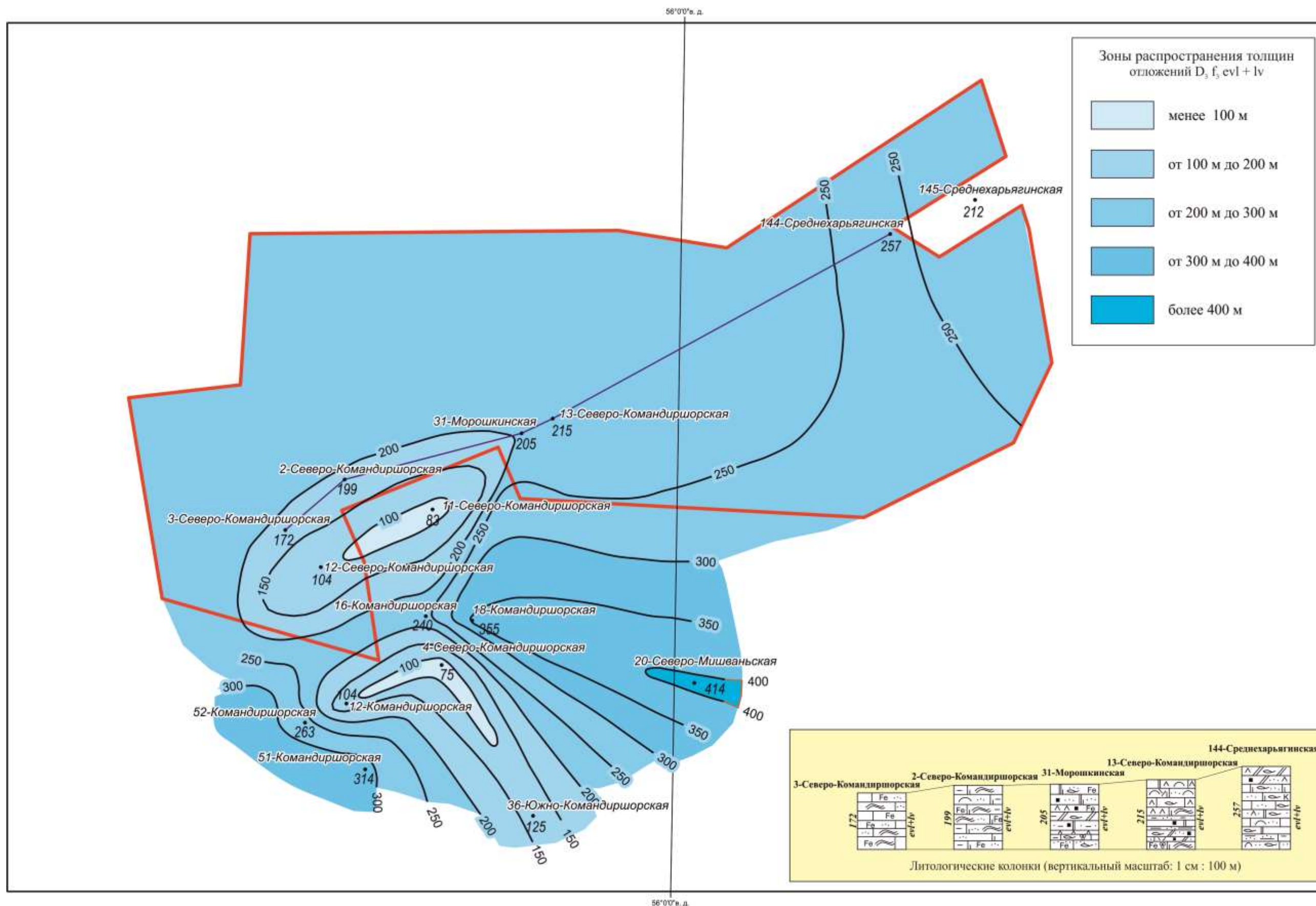


Рис. 5. Карта-схема изопахит отложений верхнефранского подъяруса верхнего девона, отнесенных к осадочной трансгрессивной системе напластований (тракт TST), вскрытых скважинами на Морошкинском участке и прилегающих территориях

Усл. обозначения см. на рис. 4.

Это время максимальной трансгрессии и накопления морских карбонатных осадков. Мощность комплекса - от 75 до 414 м (рис. 5).

Фаменский седиментационный комплекс ( $D_3fm$ ) или тракт высокого стояния уровня моря (HST) соответствует системе напластования фаменского яруса верхнего девона. Это время стабильного тектонического выравнивания дна седиментационного бассейна и накопления довольно мощной осадочной толщи. В условиях мелководного или крайне мелководного моря отлагаются морские осадки, формируя единый осадочный массив. На всем протяжении фаменского времени идет образование карбонатной платформы не столько за счет активного воздымания территории, сколько в результате эвстатического понижения уровня Мирового океана в связи с углублением океанических впадин. В это время уровень Мирового океана достигает наивысшей точки стояния, поэтому фаменский седиментационный комплекс ( $D_3fm$ ) относится к тракту высокого стояния уровня моря. Мощность - от 462 до 930 м (рис. 6).

Выделенные седиментационные комплексы (системные тракты) являются реально существующими структурами осадочного чехла - осадочными бассейнами, обладающими четкими очертаниями, находящиеся в современной тектонической и геодинамической позициях. Вертикальный разрез осадочного бассейна включает последовательность пород, образовавшихся в исторически сменявших друг друга седиментационных бассейнах (бассейнах осадконакопления) [Осадочные бассейны..., 2004].

#### *Средне-верхнефранский осадочный бассейн*

Средне-верхнефранский осадочный бассейн ( $D_3f_{2-3}$ ) сформирован следующими друг за другом (снизу вверх) седиментационными палеобассейнами (бассейнами осадконакопления): саргаевским, доманиковым, ветласянским и сирачойским (см. рис. 1-3).

По построениям И.И. Енцова, к началу доманикового времени не существовало единой впадины. Дно седиментационного бассейна представляло собой системы впадин с палеоподнятиями [Енцов, 2013]. Судя по структурной карте Морошкинского участка, построенной по подошве доманикового горизонта, карбонатное осадконакопление в доманиковое время происходит в условиях довольно расчлененного дна седиментационного палеобассейна (рис. 7).

Дифференциация дна морского бассейна могла быть обусловлена тектоногенными факторами, сопровождающимися активным и масштабным участием в древнем седиментогенезе «холодных» (амагматических) флюидных разгрузок и их включений в осадочно-аккумулятивные процессы [Беленицкая, 2012].

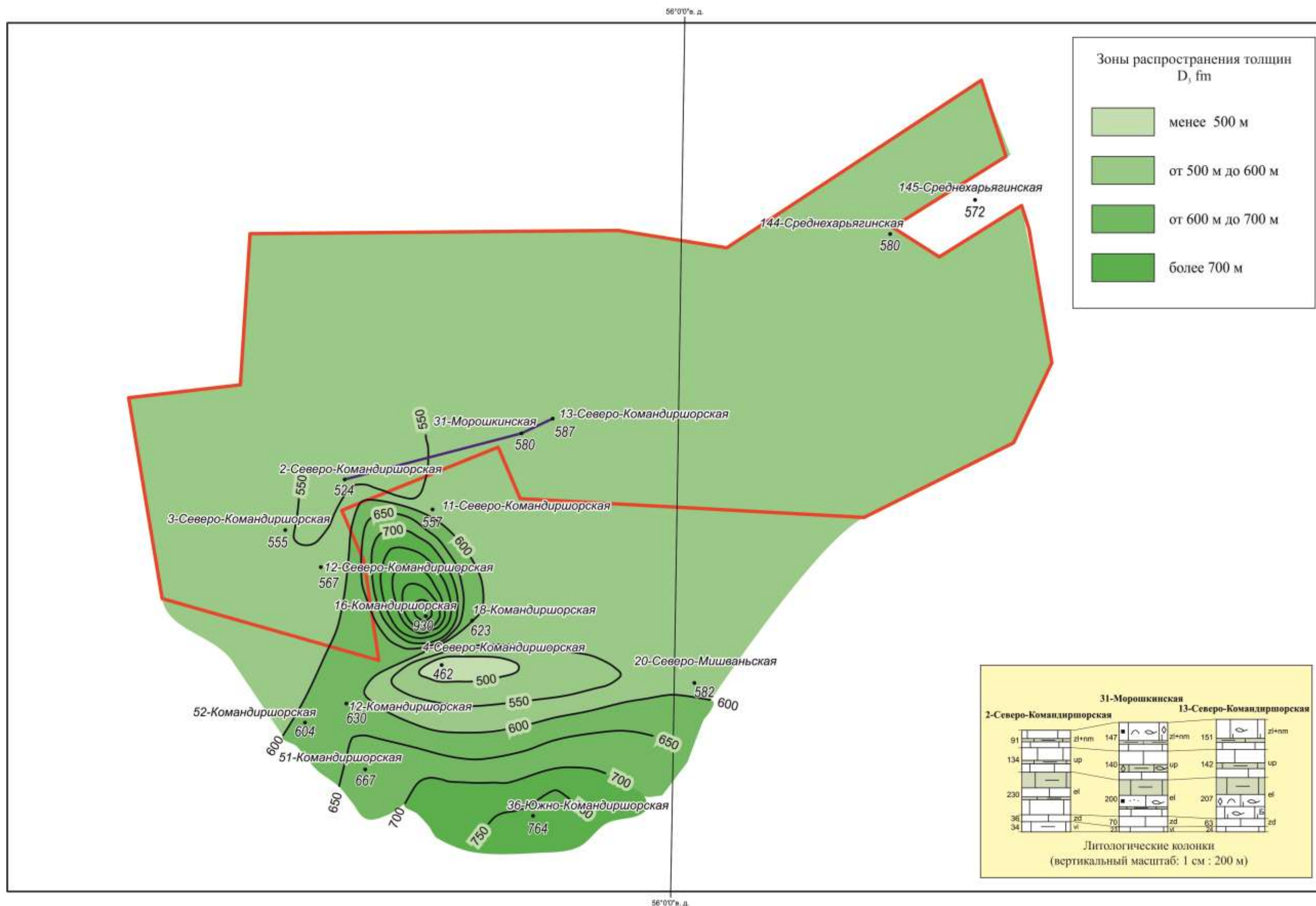


Рис. 6. Карта-схема изопахит отложений фаменского яруса верхнего девона, отнесенных к осадочной системе напластований (тракт НСТ) высокого стояния уровня моря, вскрытых скважинами на Морошкинском участке и прилегающих территориях

Усл. обозначения см. на рис. 4.

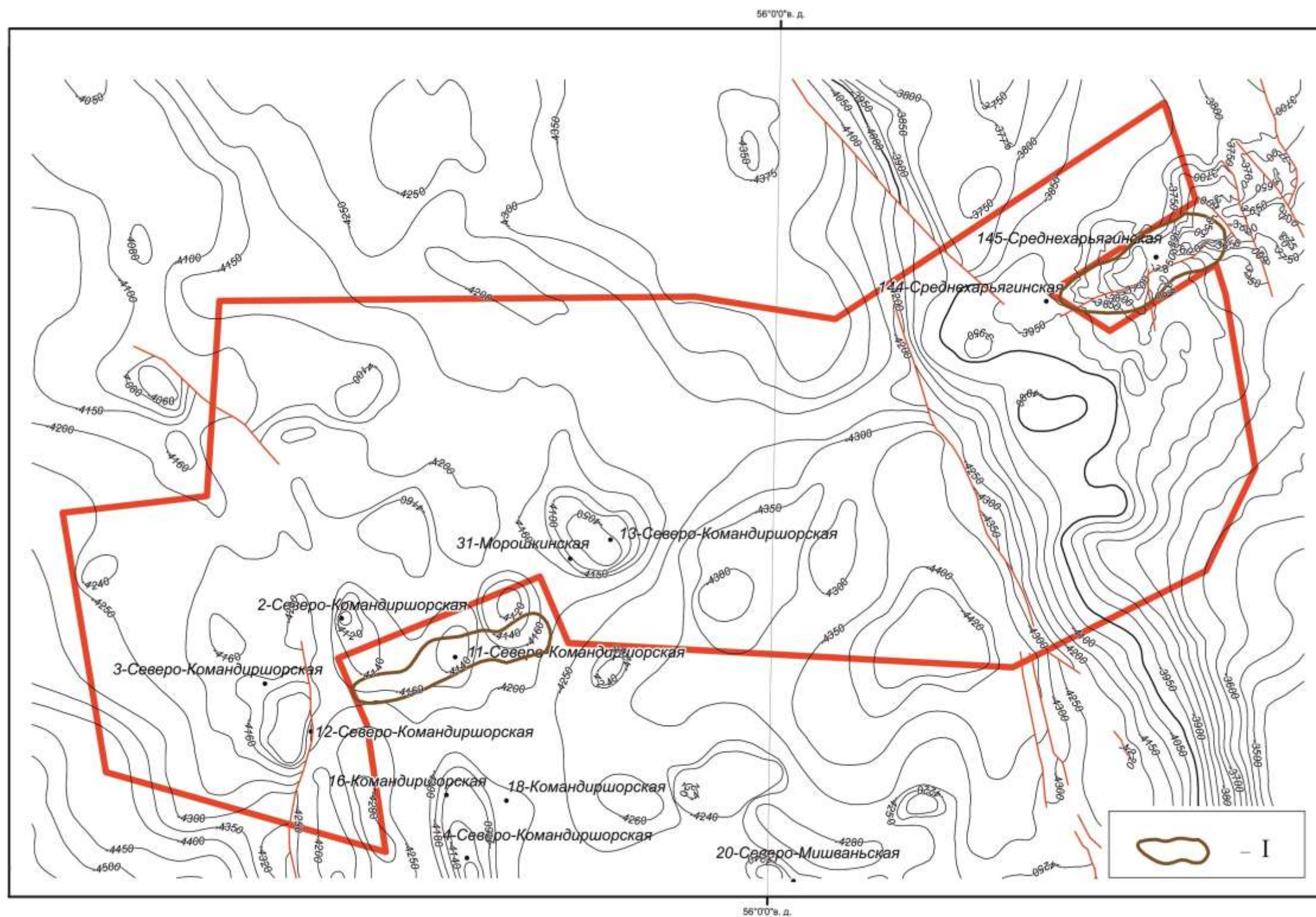


Рис. 7. Структурная карта по подошве доманиковского горизонта среднефранского подъяруса верхнего девона Морошкинского участка и прилегающих территорий (по материалам ООО «ТП НИЦ», 2018)  
I – контуры месторождений в отложениях сирачойского горизонта. Остальные усл. обозначения см. на рис. 4.

Холодная (сейсмотектоническая) ветвь флюидных инъекций не обнаруживает явных признаков связи с магматизмом, она объединяет широкий спектр амагматических разгрузок – напорных внедрений, в седиментационные бассейны флюидного и инородного материалов. Именно холодные разгрузки температурой до 100°-150° С и более имеют основное значение для собственно породообразования и менее всего учитываются как фактор карбонатного седиментогенеза.

На поверхности морского дна и в верхнем слое подстилающих осадков с очагами флюидных разгрузок повсеместно ассоциируют, концентрируясь вокруг них (ореолы их влияния), биоценотические и минерально-геохимические производные разгрузок. Среди разнообразных флюидогенных биоценозов наиболее общим звеном являются циано-бактериальные сообщества, которые во многом обеспечивают переработку компонентов флюидов, их утилизацию и накопление карбонатных осадков. Существенно, что основой разных видов таких сообществ являются хемосинтетические и метанотрофные микроорганизмы, способные потреблять флюидные компоненты любого состава (в том числе практически все виды УВ, сероводород и др.), переводя их в формы, доступные для использования другими организмами, и в конечном счете в разной мере обогащая ими возникающие осадки. В итоге формируются биохомогенные тела с различными структурно-морфологическими особенностями. Размещение таких литологических тел во многом определяется расположением очагов разгрузки (и их ореолов) и биоценозов, утилизирующих флюиды. Наиболее распространены циано-бактериальные маты, пленочные тела, разномасштабные биохомогенные и криптогенные постройки, рассеянные корковые, конкреционные и т.п. выделения, воронкообразные, микроползневые, био- и флюидотурбированные осадки. Обычны сочетания тел разной морфологии. Все они образуют либо протяженные, почти непрерывные горизонты, либо дискретные рассредоточенные группы.

Не исключая роли климатических и палеогеографических факторов древнего карбонатного седиментогенеза по литологическим, минералогическим и геохимическим особенностям, образованные осадочные последовательности (саргаевского, доманикового, ветлоянского и сирачойского горизонтов), можно отнести к инъекционно-осадочному (аклиматическому) типу седиментогенеза.

*В саргаевском бассейне осадконакопления* (седиментационном бассейне) в результате ощутимого уменьшения привноса терригенного материала и благодаря длительному опусканию обширных площадей, а также благоприятным климатическим условиям начинается накопление карбонатных осадков различного генезиса (хемогенных, биохомогенных и биогенных). Отложения саргаевского седиментационного бассейна

формировались в трансгрессивную фазу осадконакопления в эпоху повышенной радиоактивности среды.

Изучая проблему накопления радиоактивных элементов в осадках геологического прошлого и влияния радиоактивности на развитие биосферы С.Г. Неручев пришел к заключению о прижизненном биологическом накоплении урана, в основном планктонном и донными водорослями [Неручев, 2007].

Отложения, сформированные в саргаевском седиментационном бассейне на территории Морошкинского участка, представляют собой доломиты тонкозернистые, горизонтально и линзовидно-слоистые, неравномерно глинистые, с тонкими прослоями (0,1-1,5 см) зеленовато-серого аргиллита, пиритизированные, с примесью терригенного материала, с органическим детритом (обломки брахиопод, остракод, с мелких гастропод, криноидей). В скв. 36-Южно-Командиршорская из этих отложений получен приток газа (см. рис. 2). Мощность саргаевского горизонта - 35-55 м.

В *доманиковом седиментационном бассейне* в результате интенсивного поступления в водную среду флюидного глубинного амагматического материала, над очагами его разгрузки образуются карбонатные постройки мощностью до 122 м (см. рис. 1-3), как бы включаясь в фоновый седиментационный процесс. Такие постройки сложены кристаллами доломита средней и крупной размерности, плотно упакованными (выпукло-вогнутыми контактами до сутурных). Кристаллы доломита мутные, часто с псевдоморфозами ангидрита. В основной массе вторичного доломита различимы контуры органических обломков (створки остракод, сферические образования). Участками и прослоями доломит черный за счет насыщения по порам черным битумом, и пиритом. Редкие округлые каверны размером до 1-3 мм инкрустированы щетками кальцита, вторичный кальцит заполняет трещины.

В процессе обыкновенного осадконакопления из водной среды морского бассейна образуются известняки черные, тонкозернистые, битуминозные, плотные, крепкие, плитчатые (5-10 см), с органическими остатками в заметном количестве (целые раковины брахиопод и их створки, остракоды и криноидеи), с минеральными трещинами (вертикальные, наклонные, шириной около 2 мм), залечены белым средне-крупнокристаллическим кальцитом. В шлифах это известняк тонко-мелкозернистый, с рассеянными ромбоэдрами доломита, с мелким неопределимым угловатым органическим детритом (различимы мелкие обломки створок брахиопод, остракод), нередко нацело окремненным, с мелкими округлыми монокристаллами кальцита (кальцисферы), с единичными фрагментами иглокожих (размером до 3 мм) и криноидеями нацело ангидритизированные. Цемент порово-базального типа, кальцитового состава, черно-бурый, непрозрачный, пелитоморфный, пигментирован графитовой пылью и стяжениями пирита.

Основная породообразующая масса известняка может быть сложена многочисленными мелкими сферками и сгустками пелитоморфного кальцита, мелкими остракодами, их тонкими створками, обрывками нодозинеловых водорослей.

Обращает на себя внимание факт полного отсутствия терригенной примеси в известняках и вторичных доломитах доманикового горизонта. В тоже время, присутствие прослоев ангидрита белого средне-крупнокристаллического, мощностью 0,16 м (скв. 31 Морошкинская) и наличие палео-микро-карстовой полости (5 см), заполненной бокситоподобной аргиллитоподобной глиной черного цвета. В шлифе основная масса, заполняющая полость, представляет собой светло-бурую, микро-агрегатную, микро-чешуйчатую, массу (в скрещенных николях темно-серая до черного), с рассеянным содержанием пирита и небольшого количества тонкой сыпи графита (скв. 2-Северо-Командиршорская). Породы доманикового горизонта предположительно сформированы в регрессивную фазу осадконакопления (hw) при довольно быстром заполнении осадкоемкого пространства за счет поступления в седиментационный бассейн глубинных флюидных минерализованных вод и УВ флюидов. Мощность доманикового горизонта - 15-122 м.

*В ветласянском седиментационном бассейне* повторяются те условия осадконакопления, которые установлены для саргаевского седиментационного бассейна, характерные для трансгрессивной фазы. Породы представляют собой переслаивание мергелей известковых, известняков алевритистых и алевролитов мелкозернистых, песчанистых. Известняки мелко-сгустковые, алевритистые, глинистые, пиритизированные, с редким органогенным шламом. Основная масса известняка сложена мелкими сгустками темно-бурого пелитоморфного кальцита, с рассеянными тонкими угловатыми зернами кварца (5-7%) и мелкими чешуйками слюды, с бурым глинистым материалом, образующим косо-линзовидные скопления. Органогенный шлам (4-5%) представлен обломками остракод, единичными створками брахиопод, остатками трубчатых водорослей. Мергель известковый. Основная масса темно-бурая непрозрачна, пелитоморфная, тонкозернистая, глинисто-кальцитовая, насыщена дисперсным графитовым веществом. Много пирита в виде рассеянных тонких зерен, крапа и стяжений. Содержит редкую рассеянную тонкую примесь кварца. Органогенный детрит (10%) представлен мелкими тонкими створками и целыми кальцитизированными ядрами остракод, птеропод, обрывками гирванелловых водорослей. Алевролит кварцевый (кварц 90-92%, слюда 3-5%, зерна карбоната 5%, единичный глауконит, акцессорные минералы: турмалин, лейкоксен, рудные минералы), мелкозернистый, с примесью зерен кварца песчаной размерности (2-3%), с цементом гидрослюдистого, глинисто-карбонатного состава (20-25%), чешуйчато-волокнистый, с вкраплениями черного метаморфизованного органического вещества (ОВ) до 2-3%.



Мощность ветласянского горизонта - 25-63 м.

В *сирачойском седиментационном бассейне* возобновляются поступления в водную среду флюидного глубинного амагматического материала, за счет чего образуются карбонатные постройки аномальной мощности (до 346 м). Постройка хорошо выделяется по записи радиоактивного каротажа и имеет четырехслойное строение (см. рис. 3). Мощности слоев (снизу вверх) 44 м, 189 м, 76 м, 37 м.

В слое мощностью 189 м породы представлены тремя литологическими типами карбонатной породы. Первый литологический тип - известняки сферово-пелитоморфно-водорослевые, основная масса сложена тонкозернистым непрозрачным кальцитом, с рассеянными мелкими сферками и ромбами доломита, причудливые пустоты, образованные водорослевыми остатками, выполнены мелко-среднезернистым кальцитом и доломитом, некоторые пустоты открытые (выщелоченные) и по стенкам имеют примазки вязкой нефти. По основной массе известняка наблюдаются скопления пирита в кубических кристаллах и псевдоморфозы ангидрита. Второй литологический тип - известняки тонко-мелкозернистые, с рассеянными ромбоэдрами доломита, органогенно-обломочные (много фрагментов мшанок, створок брахиопод и остракод, обломки криноидей, морских лилий, гастропод, остракод, фрагментов бурых кораллов, кальцифер), алевритистые (15-20%), с единичными зернами глауконита. Третий литологический тип - вторичные доломиты средне-крупнокристаллические, сложены ромбоэдрическими, мутными кристаллами доломита, с псевдоморфозами ангидрита. Между кристаллами содержится буроватый пелитоморфный карбонатный материал, образованы открытые угловатые поры доломитизации размером до 0,5-1,0 см, в количестве до 10-15%.

Из слоя мощностью 76 м подняты известняки и доломиты. Известняки сферово-стуктово-водорослевыми (микробильно-водорослевыми, строматолитоподобными), межформенное пространство в которых заполнено серым непрозрачным тонко-мелкозернистым кальцитом 10-15%. Известняки интенсивно доломитизированные (60-70%), преобладающий размер кристаллов доломита 0,36-0,5 мм, часто с метаморфозами ангидрита. По доломитизированным участкам известняк пористый (15-17%). Открытые поры угловатой формы содержатся между кристаллами доломита (размер 0,1-0,54 мм), увеличены за счет процесса выщелачивания до 0,06-0,36 мм. Наблюдается содержание пирита 3-5% и терригенной примеси (кварц до 8%, мусковит, хлорит). Доломиты мелкозернистые, перекристаллизованные до средне (0,1-0,25 мм) и крупно (от 0,44 до 1,2 мм) кристаллических, участками слабо известковистые. По межзерновому пространству в виде порового цемента (15-20%) содержится темно-бурое до черного ОВ (магнезиально-железистый хлорит?), с вкраплениями пирита (5-7%) и рудных минералов в скоплениях

(игольчатых с золотистым блеском). Доломиты кавернозно-пористые (20-25%), с остатками битума в порах. Открытые поры угловатые, щелевидные размером 0,25-1,9 мм.

Вторичная доломитизация, кальцитизация, сульфатизация, окремнение, проявление сульфидной минерализации (содержание пирита до 5-7%) и скопления рудных минералов, а также образование пор и каверн выщелачивания до 20-25% с остатками битума, все это позволяет говорить о проявлении восходящих инъекционных разгрузок различной геохимической разновидности, сопровождающиеся УВ флюидами. Их проявление обусловлено тектоногенными факторами, происходящими на фоне «нормально-бассейнового» седиментационного карбонатакопления (за счет климатических, эвстатических факторов). Так как инъекционные внедрения флюидов происходят в дискретно-импульсном режиме и со значительными скоростями поступления материала в область седиментации, то образуются самостоятельные слоистые горизонты: саргаевский (слой 16), ветлосянский (слой 14) и горизонты с характерными биохомогенными телами различной мощности: доманиковый (слой 15), сирачойский (слой 13). Мощность сирачойского горизонта - от 38 до 346 м.

Карбонатные отложения средне-верхнефранского осадочного бассейна можно рассматривать как производные флюидных палеоразгрузок, в результате которых образуются высокоуглеродистые (нефтегазоносные) напластования.

#### *Верхнефранский осадочный бассейн*

Верхнефранский осадочный бассейн ( $D_3f_3$ ) сформирован отложениями нерасчленённых евлановского и ливенского горизонтов. Породы накапливались в режиме недокомпенсации, на фоне очень медленного увеличения осадкоёмкого пространства. В это время образовалась относительно однородная толща, в условиях общей трансгрессии моря. Мощность комплекса (слой 12) - от 75 до 414 м.

Отложения представлены тонким чередованием различных типов пород. Это известняки сгустково-комковатые, алевритистые, глинистые, ожелезненные; известняки со строматолитовой структурой; известняки пелитоморфные глинистые, пестроокрашенные (серо-зеленая и красновато-коричневая), переходящие в мергель с гнездовидным распределением органогенного детрита; мергели доломитовые и доломиты глинистые с вкраплениями пиритизированного черного ОВ и уатигенных минералов (апатита, турмалина, рудных минералов). Также прослой смешанных терригенно-карбонатных пород интенсивно ожелезненных горизонтальнослоистых с примесью зерен хлорит-глауконита; алевролитов песчаных, ангидритов, аргиллитов. Для всей образованной осадочной толщи характерна пестрая окраска известняков волнисто-горизонтально-тонкослоистая (слойки до 1 мм) и строматолитоподобная структура и неравномерное переслаивание известняков с мергелями,

аргиллитами, алевролитами, ангидритами. Мощности литологических типов пород, зафиксированные в послойном описании керна скважин, колеблются от 0,15-0,85 м до 1,5-4 м. По количеству содержания терригенных прослоев отложения евлановского+ливенского горизонта в скв. 31-Морошкинская представлены смешанной терригенно-карбонатной породой, с прослоями ангидрита, содержащего фрагменты ожелезненной карбонатной породы, что может свидетельствовать о довольно мелководных условиях осадконакопления.

Евлановское и ливенское время характеризуется развитием сообществ разнообразных цианобактерий (*Chabakovia*, *Renalcis*, *Izhella*, *Epiphyton*), багряных (*Solenopora*, *Parachaetetes*) и зеленых (*Rhabdoporella*, *Dasyporella*, *Sphaeroporella*, *Kamaena*) водорослей. Прослой глинистых известняков, переходящих в мергели, содержат органический обломочный материал, определяющийся как остатки брахиопод, остракод, криноидей и кораллов. Наблюдается формирование слоистых, не рифовых отложений, с практически полным отсутствием остатков каркасных животных организмов [Кузнецов, 2003].

Литолого-фациальный анализ пород совместно с анализом мощности отложившихся слоев позволяют предположить, что отложения евлановского и ливенского нерасчлененных горизонтов сформированы в условиях стабильной, дискретной и очень медленной, трансгрессии, начавшейся, в юго-юго-восточной части Морошкинского участка. Кроме этого, судя по структурно-генетическим построениям на юге участка (скв. 51-Командиршорская) в верхнефранское время на отдельных участках происходило постепенное погружение дна бассейна по микрограбенам (см. рис. 1-3).

В современном плане Морошкинский участок находится на территории южной части Лайского вала и Верхнелайской депрессии Денисовского прогиба. Наиболее четко в структурных построениях выделяется Командиршорская структура (расположенная к югу от рассматриваемого участка, имеющая значительные размеры и амплитуду - 60-80 м). Это наиболее крупная структура, осложняющая Лайский вал, представленная двумя самостоятельными вытянутыми в северо-западном направлении куполами, которые, в свою очередь, разбиты на отдельные блоки малоамплитудными тектоническими нарушениями субмеридионального направления. Эти нарушения осложняют сводовые и периклинальные части структур по поддоманиковым отложениям. Амплитуды выделенных разломов незначительные - 20-60 м. При построении палеоразреза по профилю II-II в скважинах 51-Командиршорская и 20-Северо-Мишваньская выявился аномальный разрез с увеличенной мощностью евлановского+ливенского горизонта 314 и 414 м соответственно. Накопление аномальной мощности горизонта проходило одновременно с погружением блока по ограничивающим его конседиментационным блокам. Такие аномальные разрезы баженовской свиты, описаны в работе И.С. Гутмана с соавторами [Гутман, Качкина,

Арефьева, 2015]. Существует также мнение, что рифы вдоль западного склона Предуральского краевого прогиба, традиционно рассматриваемые как барьерная цепь, являются погруженными пиннаклом – глубоководными конусовидными постройками, возникшими на опущенных в результате тектоногравитационных процессов, в том числе оползней, блоках мелководного борта [Алексеев, Бурлин, 2011].

Верхнефранский седиментационный комплекс в вертикальном разрезе верхнедевонских отложений достаточно уверенно фиксируется как система напластования породных ассоциаций, сформированная в трансгрессивный цикл осадконакопления по комплексу ГИС (ГК, НГК, АК и др.) - по характерной дифференцированной записи, имеющей пилообразный облик и показаниям НГК и ГК, имеющим частые минимумы и максимумы.

#### *Фаменский осадочный бассейн*

К началу фаменского времени на обширной территории происходит образование «карбонатной платформы» по Уилсону или А.Е. Шлезингеру «карбонатного шельфа» эпиконтинентального бассейна, за счет тектонического погружения дна бассейна Уральского палеоокеана.

Фаменский осадочный бассейн (D<sub>3fm</sub>) сформирован седиментационными бассейнами волгоградского, задонского, елецкого горизонтов нижнефаменского подъяруса и усть-печорского, зеленецкого+намюрского горизонтов средне-верхнефаменских подъярусов. Мощность - от 462 до 930 м (см. рис. 1-3). Каждый из перечисленных стратиграфических уровней характеризуется довольно однородным чередованием трансгрессивно-регрессивных парасеквенций, выдержанных на всей площади.

Слои, образованные в трансгрессивную фазу осадконакопления (tt), сложены литолого-генетическими типами пород, объединенными в «хемогенную» литофазию. Это известняки серые, тонкозернистые, глинистые, участками переходящие в мергель, с примесью терригенного материала, с пиритом, с линзовидными слоями известняка светло-серого, тонкозернистого. Порода плитчатая, хрупкая, содержит крупные остатки брахиопод и криноидей. В шлифах известняк тонкозернистый (менее 0,01 мм), с редкими рассеянными зернами кальцита до 0,05 мм, с единичными зернами кварца (1-2%) и хлорита-глауконита, с многочисленными точечными вкраплениями черного ОВ в количестве 2-3%, которое нередко пиритизировано, с редким органомогенным шламом до 0,1 мм. За счет неравномерного распределения по основной массе кварцевых зерен порода неоднородная, неправильно линзовидная.

Слои, образованные в регрессивную фазу осадконакопления, сложены литолого-генетическими типами пород, объединенными в «биоогенную» литофазию. Породы

представлены известняками коричневыми, скрыто-зернистыми, массивными, участками плитчатыми. Структура известняков сгустково-комковатая и комковато-пятнистая, с водорослевыми желваками (0,3-0,8 см), на отдельных участках линзовидно-волнистая. Текстура массивная. Микроописание (обобщенное) - известняки пятнистые сгустково-комковатые (50%), с обломками пород (10%), с редкими трудно определяемыми перекристаллизованными органогенными остатками (1%) цельнораковинными и обломками. Цемент (40%) кальцитовый средне-мелкозернистый, содержит редкие ромбоэдры доломита. Доломитизация (12-15%) неравномерная пятнами и рассеянная по цементу, реже по форменным элементам, может проходить (в других шлифах) вдоль стилолитов, участками размером до 5см. Порода в доломитизированных участках микропористая, ноздреватая. Иногда наблюдается содержание редких зерен кварца. Пирит (1%) развивается по вкраплениям ОВ. Основная кальцитовая масса перекристаллизованная участками линзовидной, округлой формы до мелкокристаллической размерности зерен кальцита, имеющие пленочные примазки коричневого битума. Стилолиты горизонтальные, тонкие, мелкозубчатые, ветвящиеся залечены темно-коричневым глинисто-битуминозным веществом. Минеральные трещины затухающие, прерывистые, залечены белым мелкокристаллическим кальцитом. В породе содержатся обломки фауны (брахиоподы, остракоды, мелкие гастроподы). Отмечается легкий запах битума.

Фаменский седиментационный комплекс, отнесенный к системе напластования высокого стояния уровня моря (HST), представляет собой трансгрессивно (tt) - регрессивную (hw) систему слоев, или парагенераций, образованных в процессе заполнения осадкоемкого пространства, седиментационного палеобассейна в условиях мелководно-морских обстановок Тимано-Печорского шельфа.

Выделенные в вертикальном разрезе карбонатной толщи верхнего девона осадочные бассейны являются реально существующими структурами осадочного чехла. Как современные структуры, они обладают четкими очертаниями и ясной тектонической позицией. Кроме того, они представляют собой объекты с единой флюидогидродинамической системой и могут рассматриваться как нефтегазоносные комплексы (НГК).

Изложенная выше концепция формирования слоев, заполняющих структуру осадочных бассейнов, положена в основу комплексного метода поиска карбонатных коллекторов. В вертикальном разрезе верхнедевонских отложений выделены три осадочных бассейна: средне-верхнефранский ( $D_{3f2-3}$ ); верхнефранский ( $D_{3f3}$ ) и фаменский ( $D_{3fm}$ ), которые отличаются как по структурно-генетическим особенностям, описанным выше, так и по флюидогидродинамическому режиму, а заложенная в обстановках седиментогенеза

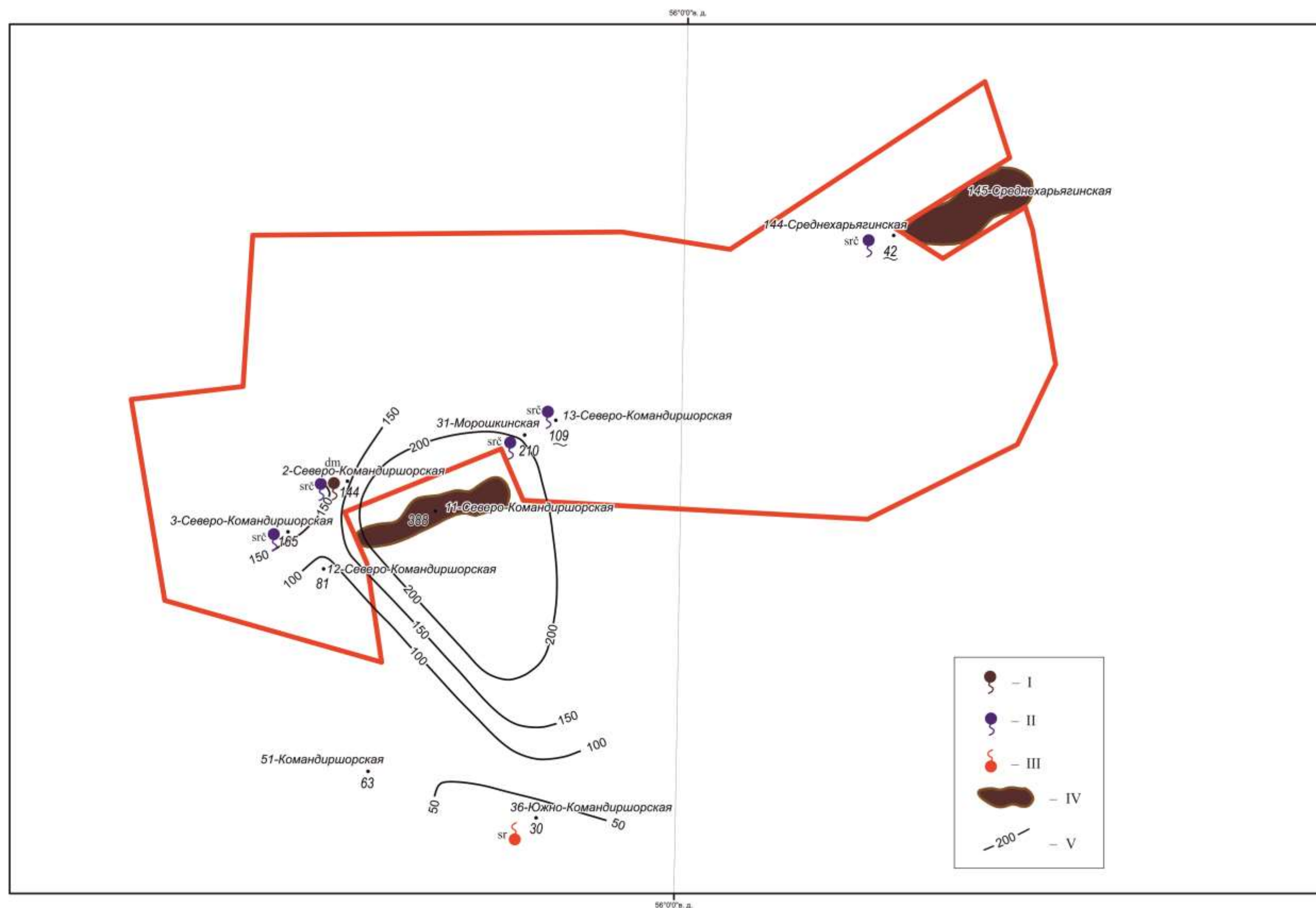
литофациальная изменчивость predeterminedила характер фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов. Учитывая результаты испытания и опробования скважин, на территории Морошкинского участка в вертикальном разрезе верхнедевонских карбонатных отложений выделяются два НГК: средне-верхнефранский (НГК  $f_{2-3}$ ) и фаменский (НГК fm).

НГК  $f_{2-3}$  сформирован отложениями двух осадочных бассейнов: средне-верхнефранским -  $D_3f_{2-3}$  (sr, dm, vt, srč) и верхнефранским -  $D_3f_3$  (ev1+lv). Средне-верхнефранский осадочный бассейн является продуктивной частью разреза НГК, верхнефранский – непроницаемой его частью (покрышкой).

На территории Морошкинского участка из отложений продуктивных горизонтов получены притоки УВ, из саргаевского – притоки газа, из доманикового - притоки нефти, в отложениях сирачойского горизонта открыты месторождения нефти (рис. 8).

Притоки и залежи УВ приурочены к карбонатным постройкам аномальной мощности, достигающие 346 м. Образование построек происходило за счет инъекционных разгрузок в бассейн осадконакопления флюидного глубинного амагматического (гидротермального?) материала. Постройки имеют слоисто-массивное строение. Породами, образующими постройки, являются известняки сферово-пелитоморфно-водорослевые; известняки органогенно-обломочные с преимущественно морской фауной (створок брахиопод и остракод, обломки криноидей, морских лилий, фрагменты мшанок, фрагментов бурых кораллов, кальцисфер). Известняки доломитизированные, переходящие во вторичные доломиты средне-крупнокристаллические, сложенные ромбоздрическими, мутными кристаллами доломита, с псевдоморфозами ангидрита. Доломиты кавернозно-пористые (20-25%), с остатками битума в порах. На фильтрационно-ёмкостные свойства пород-коллекторов влияли такие вторичные процессы, как доломитизация, перекристаллизация и выщелачивание. В результате этих процессов сформированы простой тип коллектора порового класса и коллектор сложного типа - трещинно-порового и трещинно-каверново-порового класса.

Инъекционно-осадочные образования (биохеогенные флюидно-осадочные ассоциации) хорошо сохранились в продуктивной части разреза НГК и являются ловушками УВ. В структурном отношении это неантиклинальные массивные, сводовые, связанные с биогермными выступами литологические ловушки. Их размещение по дну бассейна осадконакопления контролировалось системой активных разгрузок, а синседиментационная минерализация повысила прочность и устойчивость к более поздним преобразованиям. Распространение биохеогенных-литологических ловушек наблюдается по всей площади Морошкинского участка, их расположение можно приурочить к небольшим положительным структурам на структурной карте (см. рис. 7).



**Рис. 8. Схема распределения толщин доманикового и сирачойского продуктивных горизонтов в разрезе средне-верхнефранского нефтегазоносного комплекса на Морозшкинском участке и прилегающих территориях**

*I – приток нефти, II – приток минеральной воды, III – приток газа, IV – месторождение нефти, V – изолиния значений суммарной мощности доманикового и сирачойского горизонтов; srĉ - индекс сирачойского продуктивного горизонта; dm - индекс доманикового продуктивного горизонта. Остальные усл. обозначения см. на рис. 4.*

К непроницаемой части разреза условно можно отнести отложения евлановского+ливенского нерасчлененных горизонтов, сформировавших верхнефранский осадочный бассейн и непроницаемый ветласянский горизонт, разделяющий два продуктивных горизонта: доманиковский и сирачойский (рис. 9).

Терригенно-карбонатная толща евлановского+ливенского нерасчлененных горизонтов характеризуется тонким чередованием различных типов пород. Это известняки сгустково-комковатые, алевритистые, глинистые, ожелезненные; известняки со строматолитовой структурой; известняки пелитоморфные глинистые, пестроокрашенные (серо-зеленая и красновато-коричневая), переходящие в мергель с гнездовидным распределением органогенного детрита; мергели доломитовые и доломиты глинистые с вкраплениями пиритизированного черного ОВ и уатигенных минералов (апатита, турмалина, рудных минералов). Тонкое переслаивание литологических типов плотных пород и полное отсутствие пород-коллекторов оправдывает отнесение этой толщи к непроницаемой части разреза НГК – покрывки. Что бы проследить распространение плотных пород в разрезе НГК f<sub>2-3</sub> по площади Моршкинского участка, построена карта-схема значений коэффициента глинистости, рассчитанного по формуле:

$$K_{\text{гл}} = \sum M_{\text{покр}} / M_{\text{общ}} \cdot 100\%,$$

где  $\sum M_{\text{покр}}$  – суммарная мощность ветласянского горизонта и нерасчлененных евлановского и ливенского горизонтов;  $M_{\text{общ}}$  – мощность отложений средне-верхнефранского подъяруса верхнего девона (без саргаевского горизонта);  $K_{\text{гл}}$  – показывает процентное содержание пластов-флюидоупоров в разрезе.

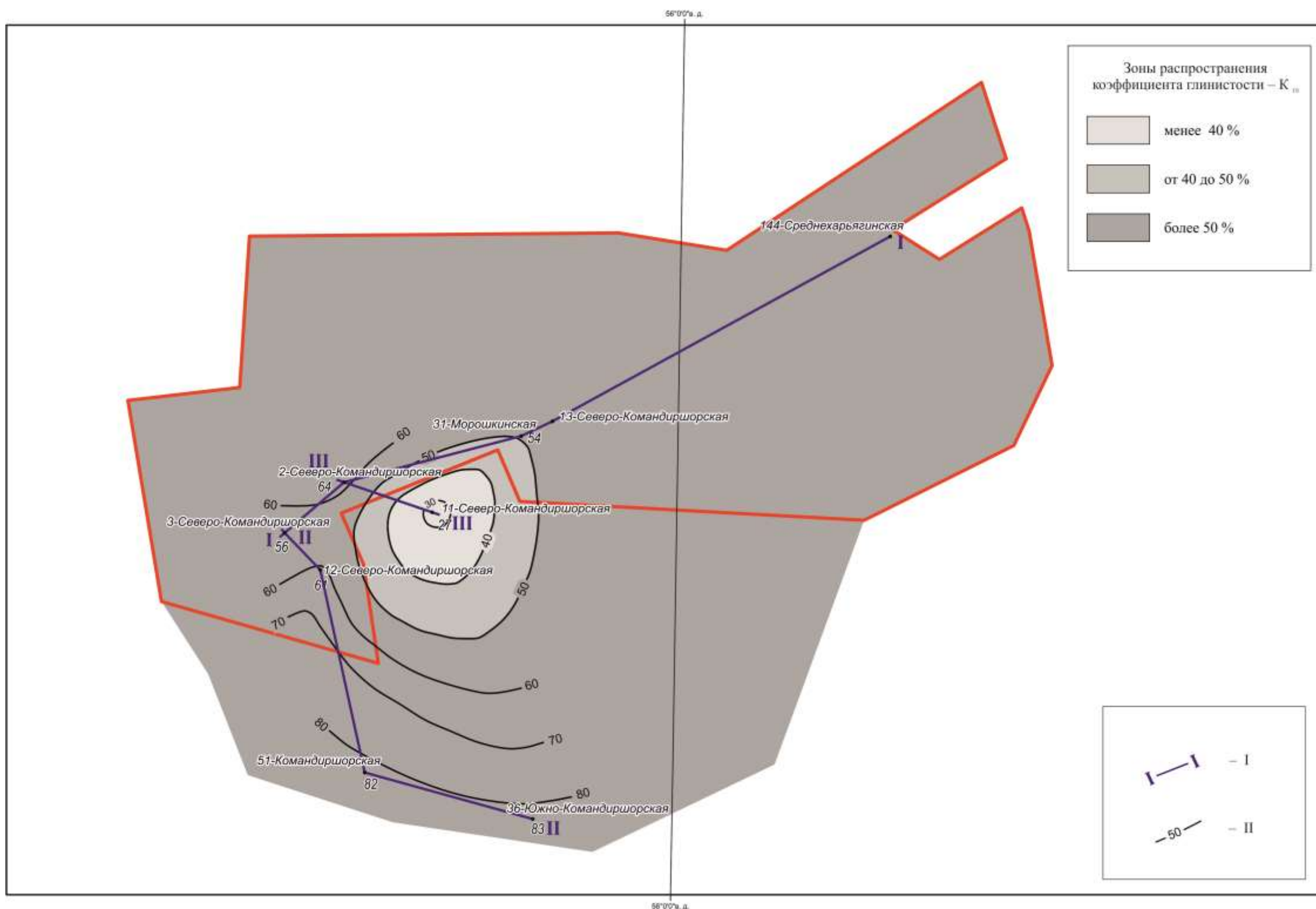
Обращает на себя внимание зона с низкими значениями коэффициента глинистости, совпадающая с расположением месторождения в сирачойском горизонте НГК f<sub>2-3</sub>. Залежь экранируется литологически неоднородной покрывкой невысокого качества.

#### *Фаменский нефтегазоносный комплекс*

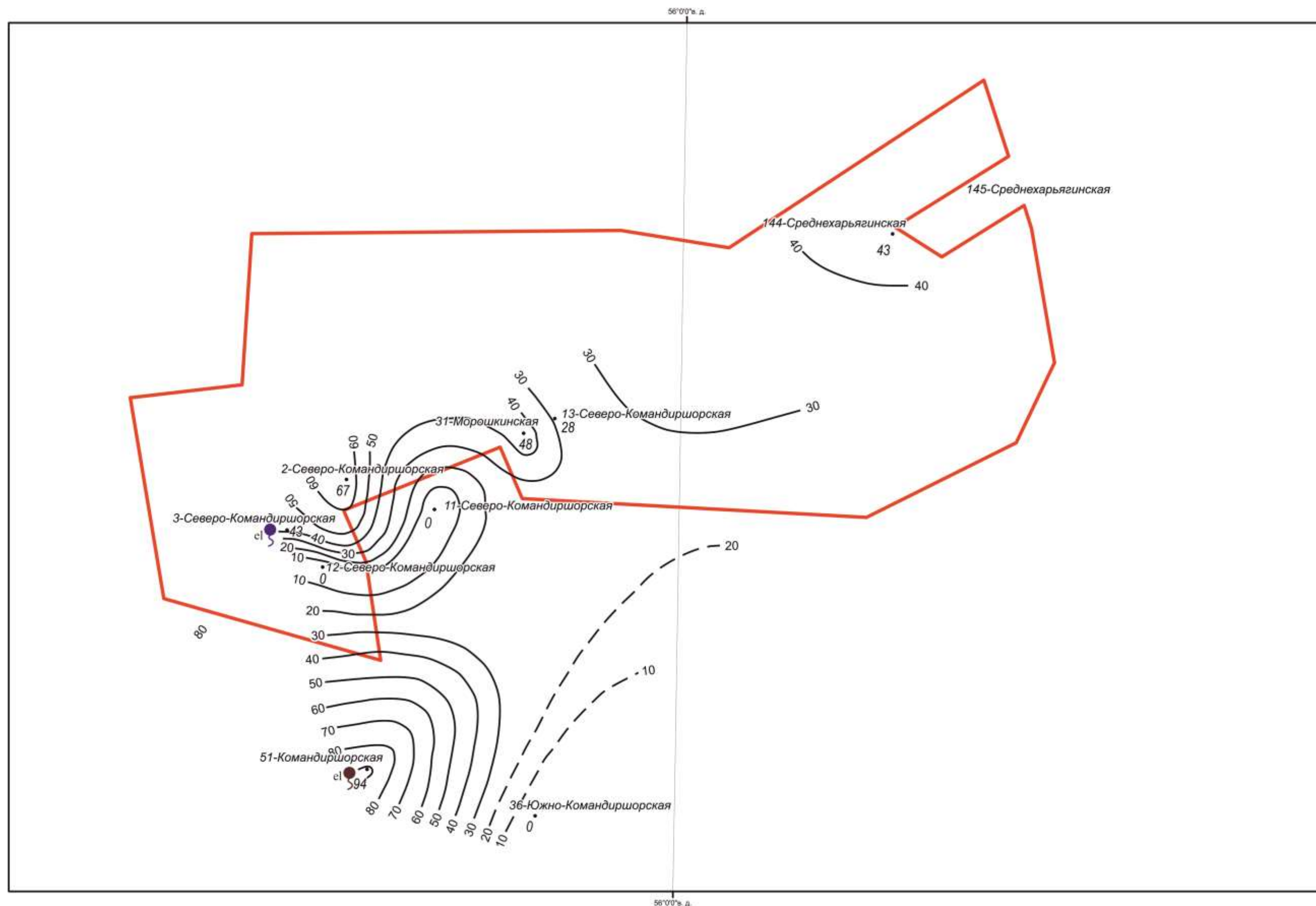
На территории Моршкинского участка НГК fm состоит из чередования трансгрессивно-регрессивных напластований, выдержанных на всей площади. В пластах, сформированных в регрессивную фазу карбонатонакопления, выделяются изолированные пласты-коллекторы локального развития.

На схеме распределения значений эффективных толщин ( $H_{\text{эф}}$ ) пластов-коллекторов, выделенных по результатам ГИС, просматривается небольшая закономерность в их распространении по площади. Зона наибольших значений суммарных эффективных толщин пластов-коллекторов располагается на западе и северо-западе участка. Здесь же получены притоки: нефти из елецкого горизонта (скв. 51-Командиршорская) и минеральной воды из елецкого и кровли намюрского горизонтов (скв. 3-Северо-Командиршорская) (рис. 10).





**Рис. 9. Схема распространения значений коэффициента глинистости в разрезе средне-верхнефранского нефтегазоносного комплекса на Морошкинском участке и прилегающих территориях**  
 I – направление профиля структурно-генетической палеомодели рис. 6-8, II – изолиния значений коэффициента глинистости: процентное содержание значения коэффициента глинистости в разрезе средне-верхнефранского нефтегазоносного комплекса. Остальные усл. обозначения см. на рис. 4.



**Рис. 10. Схема распространения зон эффективных толщин пластов-коллекторов, выделенных по результатам геофизических исследований скважин в разрезе фаменского нефтегазоносного комплекса на Морошкинском участке и прилегающих территориях**

Усл. обозначения см. на рис. 4 и 8 (здесь изолиния значений суммарных толщин  $H_{эф}$  в разрезе фаменского нефтегазоносного комплекса).

Сопоставив схему распределения значений эффективных толщин ( $H_{эф}$ ), притоки нефти и минеральной воды из елецкого и намюрского горизонтов с разломами, выделенными на структурной карте, можно отметить, что зоны с максимальными значениями эффективных толщин ( $H_{эф}$ ) и притоки УВ располагаются вблизи линий разломов. Возможно эта приуроченность связана с проницаемыми зонами повышенной густоты и раскрытости тектонических трещин в породе, образующихся в приразломной зоне.

Весь фаменский НГК представляет собой чередование пластов проницаемых и пластов флюидоупоров, поэтому в нем нет надежных региональных покрышек. Возможные залежи УВ экранируются зональными и локальными покрышками, литологически неоднородными и невысокого качества. Для фаменского НГК также построена карта-схема значений коэффициента глинистости (рис. 11).

Зона с повышенными значениями коэффициента глинистости совпадает с содержанием в разрезе НГК fm глинистых пластов-реперов (МП, Rp el-up, Rp up, Rp fm<sub>3</sub>), которые частично выклиниваются в восточном, юго-восточном направлениях. Эта зона ( $K_{гл}$  более 25%) совпадает с зоной максимальных значений эффективных толщин пластов-коллекторов. Если предположить, что образование ловушек УВ в НГК fm контролируются «молодыми» тектоническими подвижками, то в западной и северо-западной частях Морошкинского участка существуют благоприятные предпосылки обнаружения ловушек УВ.

### Заключение

В результате проведенного исследования с помощью анализа геологического строения и истории формирования верхнедевонского осадочного бассейна Тимано-Печорской провинции, на территории Морошкинского участка в вертикальном разрезе отложений, выделены три седиментационных комплекса: средне-верхнефранский седиментационный комплекс ( $D_3f_{2-3}$ ), верхнефранский седиментационный комплекс ( $D_3f_3$ ), фаменский седиментационный комплекс ( $D_3fm$ ). Выделенные седиментационные комплексы рассматривались автором как реально существующие структуры осадочного чехла, или как осадочные бассейны. Вертикальный разрез осадочных бассейнов включает последовательность пород, образовавшихся в исторически сменявших друг друга палеобассейнах.

Совместно с анализом мощностей и данными секвенс-стратиграфического анализа, на основе результатов фациального анализа описаны условия формирования слоев, заполняющих структуру осадочных бассейнов.

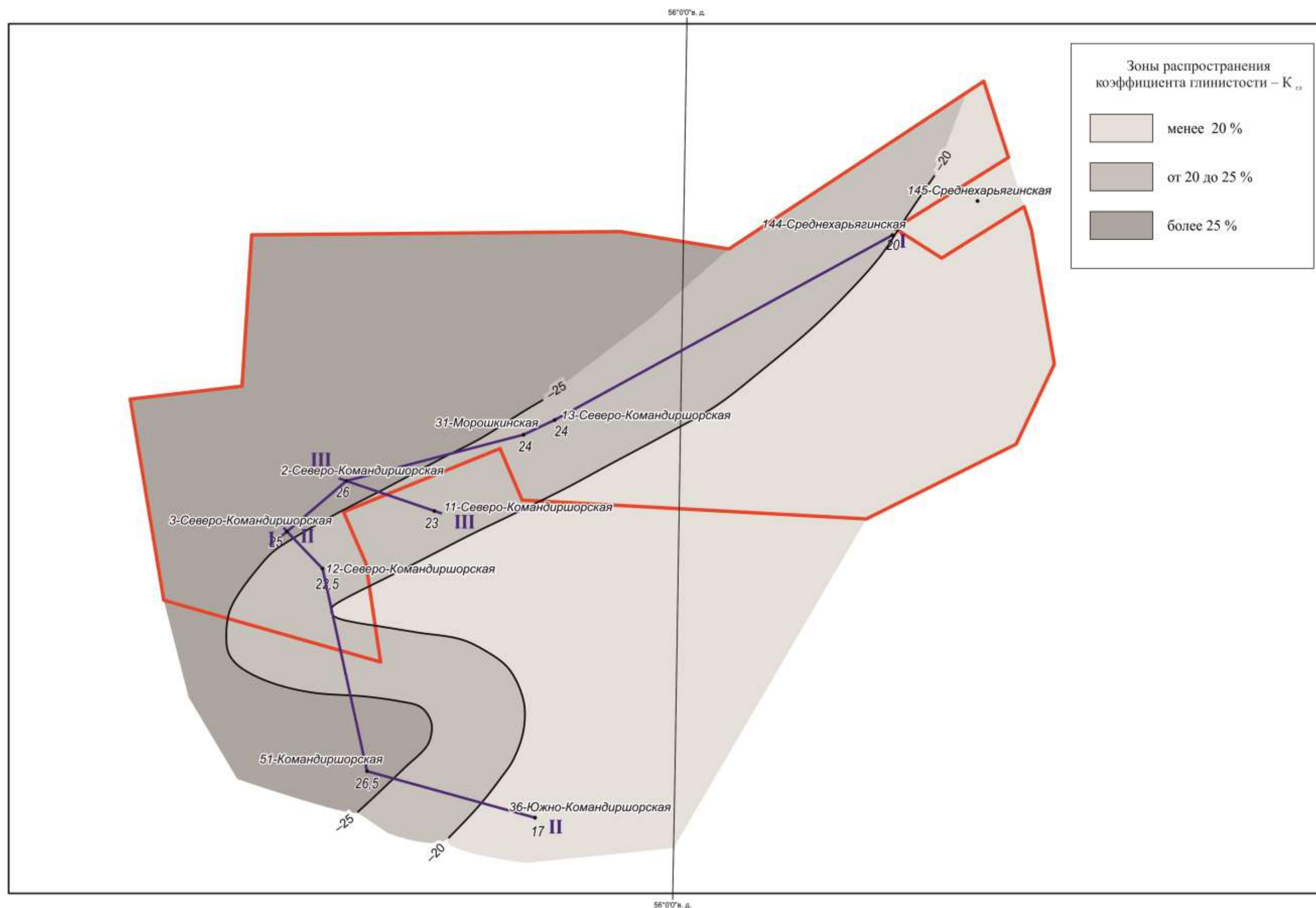


Рис. 11. Схема распространения значений коэффициента глинистости в разрезе фаменского нефтегазоносного комплекса на Морошкинском участке и прилегающих территориях  
Усл. обозначения см. на рис. 4 и 9.

Учитывая результаты испытания и опробования скважин, а также все выше перечисленные построения, на территории Морошкинского участка в разрезе верхнедевонской карбонатной толщи ( $D_3 f_{2-3}$ , fm), выделены два НГК: НГК  $f_{2-3}$  и НГК fm.

В результате геологических построений, выполненных на рис. 1-11, сделаны следующие выводы о формировании и генезисе ловушек УВ в верхнедевонских карбонатных отложениях Морошкинского участка:

- ловушками УВ в продуктивной части НГК  $f_{2-3}$  являются инъекционно-осадочные образования (биохемогенные флюидно-осадочные ассоциации) саргаевского, доманикового и сирачойского продуктивных горизонтов;

- формирование ловушек в продуктивной части НГК  $f_{2-3}$  контролируется системой флюидных амагматических разгрузок, распространение наблюдается по всей площади Морошкинского участка и приурочено к небольшим положительным структурам, покрывки литологически неоднородные и невысокого качества;

- благоприятные предпосылки обнаружения ловушек УВ в НГК fm возможны в западной и северо-западной частях Морошкинского участка.

Кроме этого, сделано предположение о существенной роли тектоногенного фактора в формировании карбонатных отложений доманикового горизонта среднефранского подъяруса верхнего девона Морошкинского участка. Основываясь на структурных построениях подошвы доманикового горизонта на территории Морошкинского участка, карбонатное осадконакопление в доманиковое время происходило в условиях довольно расчлененного дна седиментационного палеобассейна. Дифференциация дна морского бассейна могла быть обусловлена тектоногенными факторами, сопровождающимися активным и масштабным участием в древнем седиментогенезе «холодных» (амагматических) флюидных разгрузок и их включений, после тех, или иных трансформаций в осадочно-аккумулятивные процессы. На поверхности морского дна и в верхнем слое подстилающих осадков с очагами флюидных разгрузок повсеместно ассоциируют, концентрируясь вокруг них (ореолы их влияния), биоценотические и минерально-геохимические производные разгрузок. Среди разнообразных флюидогенных биоценозов наиболее общим звеном являются циано-бактериальные сообщества, которые во многом обеспечивают переработку компонентов флюидов, их утилизацию и накопление карбонатных осадков. В итоге формируются литологические тела, размещение которых во многом контролируется системой активных разгрузок.

Не исключая роли климатических и палеогеографических факторов древнего карбонатного седиментогенеза по литологическим, минералогическим и геохимическим особенностям образованные седиментационные последовательности (саргаевского,

доманикового, ветлосянского и сирачойского горизонтов) можно отнести к инъекционно-осадочному (аклиматическому) типу седиментогенеза.

Вторичная доломитизация, кальцитизация, сульфатизация, окремнение, проявление сульфидной минерализации (содержание пирита до 5-7%) и скопления рудных минералов, а также образование пор и каверн выщелачивания до 20-25% с остатками битума, все это позволяет говорить о проявлении восходящих инъекционных разгрузок различной геохимической разновидности, сопровождающиеся УВ флюидами. Их проявление обусловлено тектоногенными факторами, происходящими на фоне «нормально-бассейнового» седиментационного карбонатакопления (за счет климатических, эвстатических, фациальных факторов). Так как инъекционные внедрения флюидов происходят в дискретно-импульсном режиме и со значительными скоростями поступления материала в область седиментации, то образуются самостоятельные слоистые горизонты: саргаевский (слой 16), ветласянский (слой 14) и горизонты с характерными биохемогенными телами различной мощности: доманиковый (слой 15), сирачойский (слой 13).

Карбонатную толщу средне-верхнефранского осадочного бассейна можно рассматривать как производные флюидных палеоразгрузок, в результате которых образуются высокоуглеродистые (нефтегазоносные) комплексы.

### Литература

*Алексеев А.С., Бурлин Ю.К.* О природе позднепалеозойских «карбонатных платформ» и «атоллов» Прикаспийской впадины в связи с их нефтегазоносностью // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. геология. – 2011. - Т.86. - Вып.1. - С.3-10.

*Беленицкая Г.А.* Роль глубинных флюидов в осадочном пороодо- и рудообразовании. // Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений (к 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина). – М.: ГЕОС, 2012. - С.153-197.

*Гутман И.С., Качкина Е.А., Арефьева С.В.* Особенности геологического строения нижнемеловых и верхнеюрских отложений Северо-Покачевского месторождения // Геология нефти и газа. – 2015. - №1. – С.53-62.

*Енцов И.И.* Доманиковые рифы центральной части Тимано-Печорской провинции и перспективы их нефтегазоносности // Геология нефти и газа. - 2013. - № 4. - С.13-17.

*Кузнецов В.Г.* Эволюция карбонатакопления в истории Земли. – М.: ГЕОС, 2003. - 262 с.

*Кузнецов В.Г., Журавлева Л.М.* Специфика пустотного пространства литоральных и сублиторальных карбонатных отложений // Геология нефти и газа. – 2014. - №5. - С.19-27.

*Неручев С.Г.* Уран и жизнь в истории Земли. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: ВНИГРИ, 2007. – 328 с.

Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция / Под ред. Ю.Г. Леонова, Ю.А. Воложа. – М.: Научный мир, 2004. – 526 с. (Тр. ГИН РАН, вып. 543).

*Шишлов С.Б.* Структурно-генетический анализ осадочных формаций. - СПб.: Санкт-Петербургский горный институт, 2010. – 276 с.

**Burova I.A.**

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, ins@vnigri.ru

## **HYDROCARBON INVESTIGATION RESERVES TARGETING A UPPER DEVONIAN CARBONATE BASIN - MOROSHKIN AREA AND CONTIGUOUS ZONES (TIMAN-PECHORA PETROLEUM PROVINCE)**

*A comprehensive interdisciplinary method for analyzing the geological structure and history of the sedimentary basin genesis, based on all available geological, geophysical and geochemical data and traditionally involving the analysis of stratigraphy (sequence-stratigraphic analysis) and sedimentology (sedimentological modeling), too has been used. A complete structural paleoprofile of carbonate sections of the Upper Devonian was constructed.*

*Taking into account the discrete nature of sedimentation, three sedimentary structures were distinguished with a characteristic sequence of beddings connected by the unity of time and place of studied formation, and a certain internal structure of parasequences composing them (tt-hw). Middle-Upper Frasnian and Famennian oil and gas bearing accumulations were identified. The distribution patterns of the thickness of productive levels and the values of the effective thicknesses of reservoir beds, as well as the distribution patterns of the values of the clay component coefficient in sections of these structures, are constructed. The exploration forecast of hydrocarbon traps in their productive part is made.*

**Keywords:** *Upper Devonian sedimentary basin, sequence-stratigraphic analysis, sedimentary structures, parasequence (tt-hw), Middle-Upper Frasnian and Famennian oil and gas accumulations, hydrocarbon traps, Timan-Pechora petroleum Province.*

### **References**

Alekseev A.S., Burlin Yu.K. *O prirode pozdnepaleozoyskikh «karbonatnykh platform» i «atollov» Prikaspiyskoy vpadiny v svyazi s ikh neftegazonosnost'yu* [On the nature of the Late Palaeozoic "carbonate platform" and "atolls" Caspian depression and its relationship with petroleum bearing areas]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otd. geologiya*, 2011, vol.86, no.1, p.3-10.

Belenitskaya G.A. *Rol' glubinykh flyuidov v osadochnom porodo- i rudoobrazovanii* [The role of deep fluids in sedimentary rock and ore formation]. *Degazatsiya Zemli i genesis neftegazovykh mestorozhdeniy (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika P.N. Kropotkina)*. Moscow: GEOS, 2012, p.153-197.

Entsov I.I. *Domanikovye rify tsentral'noy chasti Timano-Pechorskoy provintsii i perspektivy ikh neftegazonosnosti* [Domanik reefs of the central part of Timano-Pechora province and prospects of their oil and gas potential]. *Geologiya nefti i gaza*, 2013, no. 4, p.13-17.

Gutman I.S., Kachkina E.A., Aref'eva S.V. *Osobennosti geologicheskogo stroeniya nizhnemelovykh i verkhneyurskikh otlozheniy Severo-Pokachevskogo mestorozhdeniya* [Geological structure of the lower cretaceous and the upper jurassic Severo-Pokachevsky field]. *Geologiya nefti i gaza*, 2015, no.1, p.53-62.

Kuznetsov V.G. *Evolyutsiya karbonatonakopleniya v istorii Zemli* [Evolution of carbonate accumulation in the history of the Earth]. Moscow: GEOS, 2003, 262 p.

Kuznetsov V.G., Zhuravleva L.M. *Spetsifika pustotnogo prostranstva litoral'nykh i sublitoral'nykh karbonatnykh otlozheniy* [Specific character of pore space in littoral and sublittoral Carbonaceous deposits]. *Geologiya nefti i gaza*, 2014, no.5, p.19-27.

Neruchev S.G. *Uran i zhizn' v istorii Zemli. 2-e izd., ispr. i dop.* [Uranus and life in the history of the Earth]. St. Petersburg: VNIGRI, 2007, 328 p.

*Osadochnye basseyny: metodika izucheniya, stroenie i evolyutsiya* [Sedimentary basins: a technique of studying, structure and evolution]. Ed. Yu.G. Leonov, Yu.A. Volozh. Moscow: Nauchny mir, 2004, 526 p. (Tr. GIN RAN, no. 543).



Shishlov S.B. *Strukturno-geneticheskiy analiz osadochnykh formatsiy* [Structural-genetic analysis of sedimentary formations]. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskiy gornyy institut, 2010, 276 p.

© Бурова И.А., 2018