

УДК 553.983(571.56)

Поляков А.А., Блинова В.Н.ОАО «НК «Роснефть», Москва, Россия, aapolyakov@rosneft.ru**Каширцев В.А.**Учреждение Российской академии наук Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения РАН, Новосибирск, Россия, KashircevVA@ipgg.nsc.ru**Смирнова М.Е.**МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, m_smirnova@rosneft.ru

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ОЛЕНЕКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БИТУМОВ И ПЕРСПЕКТИВАХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Изучены особенности природных резервуаров (фильтрационно-емкостые свойства, битумонасыщенность) Оленекского месторождения природных битумов, рассмотрены предпосылки формирования и размещения месторождений – спутников Оленекского, погребенных и, возможно, насыщенных не затронутыми процессами гипергенеза флюидами». Намечены основные направления поиска месторождений углеводородов на прилегающей территории.

Ключевые слова: природные битумы, онтогенез УВ-систем, терригенные отложения, пермь, перспективы нефтегазоносности, Оленекское месторождение.

Введение

Оленекское месторождение природных битумов является одним из самых значительных по масштабам битумных полей, выявленных на северо-востоке Восточной Сибири, формирование которого связано с обширными восходящими движениями в мезозое-кайнозое в пределах Анабарской антеклизы, выводу на поверхность и денудации нефтенасыщенных горизонтов. Все это в конечном итоге обусловило широкое распространение здесь продуктов гипергенного преобразования нефтей – мальт, асфальтов и асфальтитов [Каширцев и др., 2010] (рис. 1).

Оленекское месторождение открыто в 1939 г., в результате маршрутных исследований А.И. Гусева. В период с 1948 по 1953 гг. силами 3-й Оленёкской экспедиции Главсевморпути проводилось поисковое бурение на Тюмятинском участке - 8 колонковых и одна роторная скважина Р-50 по субмеридианальному профилю от устья р. Бур и далее на север на 50 км. В 1966-1967 гг. на Усть-Бурском участке месторождения с целью предварительной оценки запасов было пробурено 20 колонковых скважин (руководитель работ В.Л. Иванов). По результатам работ НИИГА (1966-1967 гг.) ресурсы битумов Оленекского месторождения оценены для пластов с весовым содержанием битума выше 2 % - в 1,3 млрд. т, для пластов в

содержанием менее 2 % - в 2,2 млрд. т. Разведанные запасы по категории С₂ на Усть-Бурском участке, площадью 16 км², составляют 15,2 млн. т.

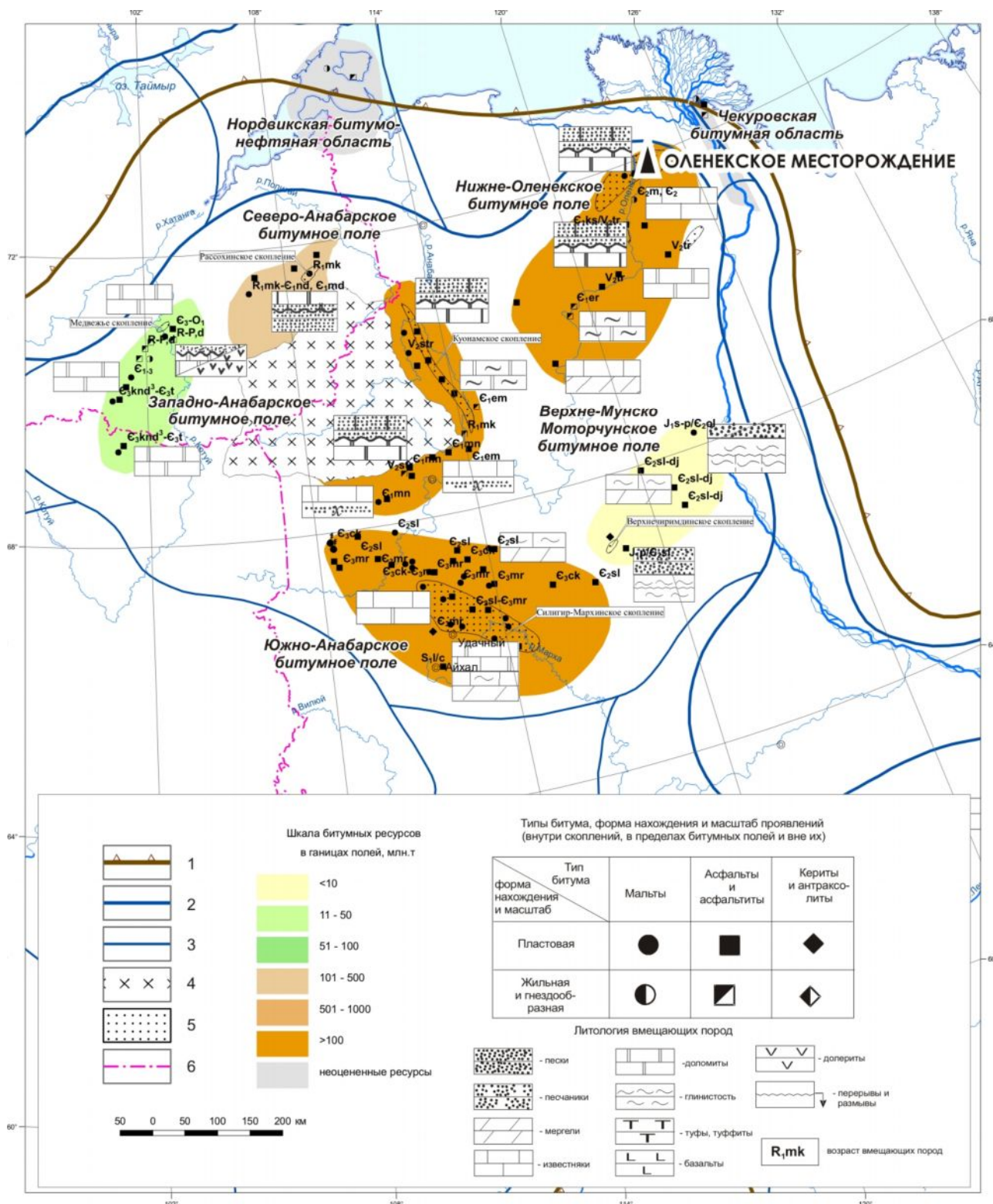


Рис. 1. Фрагмент карты зон скопления битумов Сибирской платформы
(по данным И.А. Кушмар, 2006, с изменениями)

1 – граница Сибирской платформы, 2 – границы нефтегазоносных провинций (НГП), 3 – границы нефтегазоносных областей (НГО), 4- выходы кристаллических пород, 5 – скопления битумов, 6 – границы субъектов РФ.

Оленекское битумное поле представляет интерес не только с позиций изучения онтогенеза углеводородных систем. С учетом масштабности процессов нефтеобразования в регионе интересно рассмотреть предпосылки формирования и размещения месторождений – спутников Оленекского, погребенных и, возможно, насыщенных не затронутыми процессами гипергенеза флюидами.

Летом 2010 г. специалистами ОАО «НК «Роснефть» и ИНГГ СО РАН (чл.-корр. РАН В.А. Каширцев, чл.-корр. РАН В.А. Конторович) в ходе полевых работ выполнено описание и отбор образцов битумонасыщенных пород из обнажений перми и кембрия в районе рек Оленек и Бур. Лабораторные исследования выполнены в Московском Государственном университете им. М.В. Ломоносова (МГУ).

Результаты проведенных работ в совокупности с данными предыдущих исследователей - И.С. Гольдберга, А.И. Гусева, В.Л. Иванова, В.Я. Кабанькова, В.А. Каширцева, Т.Н. Копыловой и многих других - позволили нам на современном уровне изучить и уточнить особенности природных резервуаров, физико-химические свойства и состав нафтидов Оленекского месторождения, историю геологического развития региона и онтогенез УВ-систем. Все это дало нам основания наметить основные направления поиска месторождений углеводородов на прилегающей территории.

Очерк геологического строения месторождения

Месторождение (битумное поле) приурочено к платформенной зоне Лено-Анабарского прогиба, битумоносность связана с пермскими терригенными отложениями и, в меньшей степени, с подстилающими их кембрийскими карбонатными породами.

Детально вопросы геологического строения Оленекского месторождения разобраны в публикации В.Л. Иванова [Иванов, 1979]. Наряду с кратким изложением вопроса приведем важные, на наш взгляд, детали, на которые необходимо обратить внимание при оценке перспектив нефтеносности прилегающей территории.

Залежи природных битумов в пермских отложениях прослежены по поверхностным обнажениям на расстояние около 120 км в бассейнах нижнего течения р. Оленек и его притоков - рек Бура, Хорбосуонки и других (рис. 2).

По падению пород к осевой части Лено-Анабарского прогиба горизонты битуминозных пород протягиваются на расстояние более 50 км, трансгрессивно, с резким несогласием перекрывая массивные доломиты лапарской свиты верхнего кембрия, в кровле которых развита кавернозная зона, также нередко насыщенная битумом. В свою очередь пермские отложения с размывом перекрываются породами нижнего триаса (рис. 3).



Рис. 2. Оленекское месторождение битумов. обнажение пермских битумонасыщенных песчаников (VII пачка) по левому берегу р. Бур. Фото Ю.В. Меркушкиной¹.

Общая мощность пермских отложений в обнажениях оценивается в 100-150 м, в северном и северо-восточном направлениях она возрастает, достигая в скв. Р-50 340 м. Залежи битума имеют форму линз или узких лент, вытянутых на десятки километров по простиранию при ширине от первых километров до 10-12 км, причем особенностью Оленекского месторождения является выборочная битумонасыщенность, приуроченная только к наиболее проницаемым песчаным, с каолининовым цементом, пластам. Залежи такого типа формально можно считать литологически-экранированными, однако это не совсем правильно – битумонасыщенность в данном случае не контролируется границами зон замещения коллекторов непроницаемыми породами.

Природные резервуары

Разрез пермских отложений представляет собой ритмичное чередование песчаниковых и алевро-аргиллитовых пачек мощностью от 3-5 до 50-59 м, отчетливо коррелирующихся между собой по всей площади месторождения. В наиболее полных разрезах количество песчаниковых пачек достигает 9-13 в нижнепермском и 4 в верхнепермском интервалах разреза [Иванов, 1979]. Две нижние присутствуют лишь в разрезе скв. Р-50, а на Усть-Бурском участке они выклиниваются.

¹ В статье использованы фотографии Ю.В. Меркушкиной, И.О. Зверева с согласия авторов.

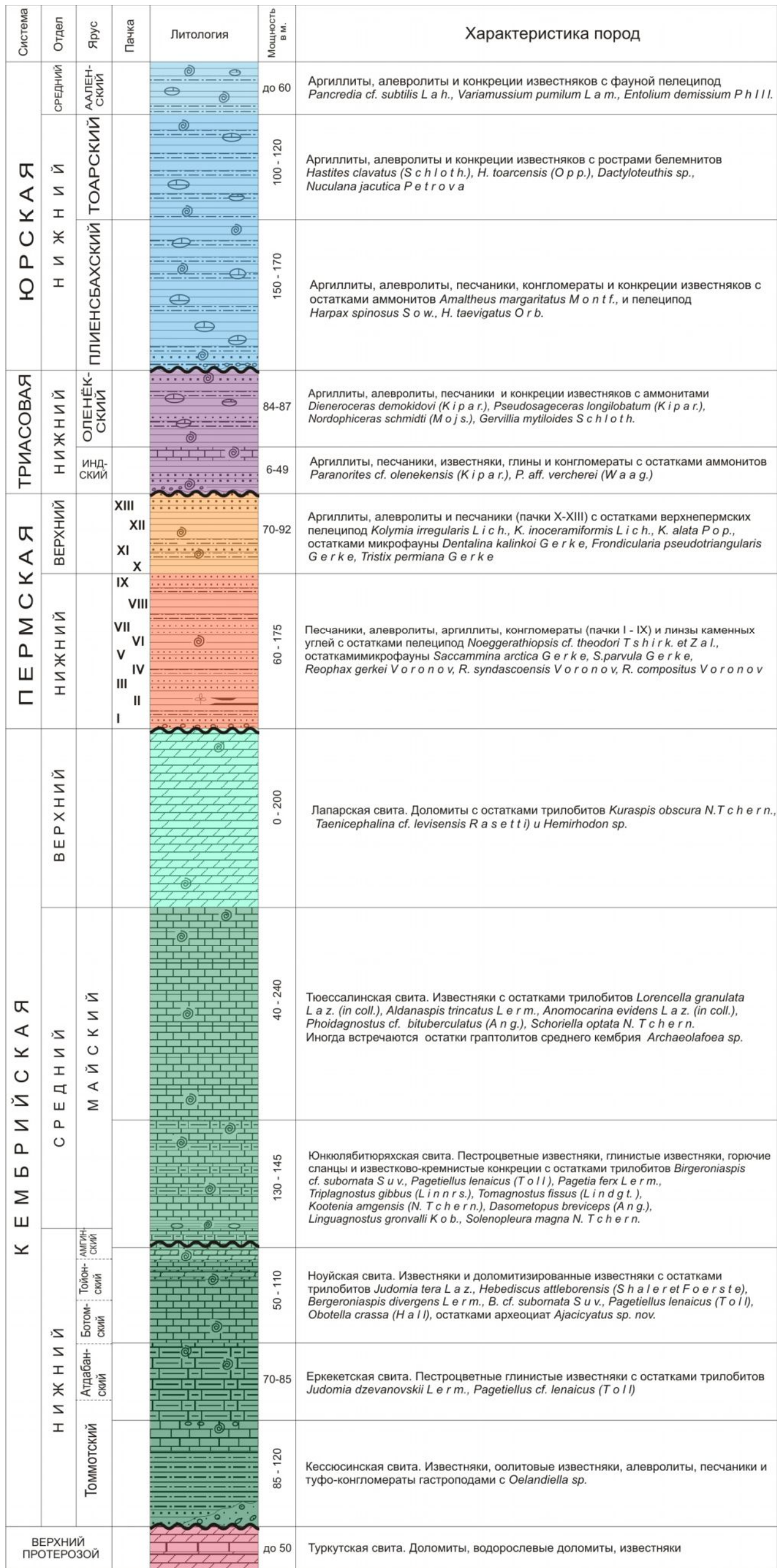


Рис. 3. Литолого-стратиграфический разрез Оленекского поднятия (по данным В.Н. Блиновой, Е.С. Лапочкиной, 2010)

Таким образом, можно говорить об увеличении стратиграфической полноты разреза, в том числе и битумонасыщенной его части, на север, в направлении депоцентра Лено-Анабарского прогиба. Флюидоупоры представлены входящими в составы ритмов пачками плотных тонкослоистых аргиллитов.

Коллекторские свойства пермских пород изучались многими исследователями. Наиболее полные характеристики приведены в работах Т.Н. Копыловой (1962) и В.Л. Иванова (1979) (табл. 1).

Таблица 1
Диапазоны изменения ФЕС пород-коллекторов пермских отложений [Иванов, 1979]

Породы	Пористость, %			Проницаемость, мД		
	Макс.	Сред.	Мода	Макс.	Сред.	Мода
песчаники	> 25	17,6	20-25	до 1000	ок. 200	10-100
алевролиты			15-20			< 1

В целом коллекторские свойства пород - хорошие, а характер распределения в них битуминозного вещества свидетельствует о принадлежности рассматриваемых коллекторов к группе поровых и трещинно-поровых. Битум формирует пленки вокруг обломочных зерен и занимает поры между частицами цемента, реже — свободное от цемента межзерновое пространство и трещины (рис. 4).

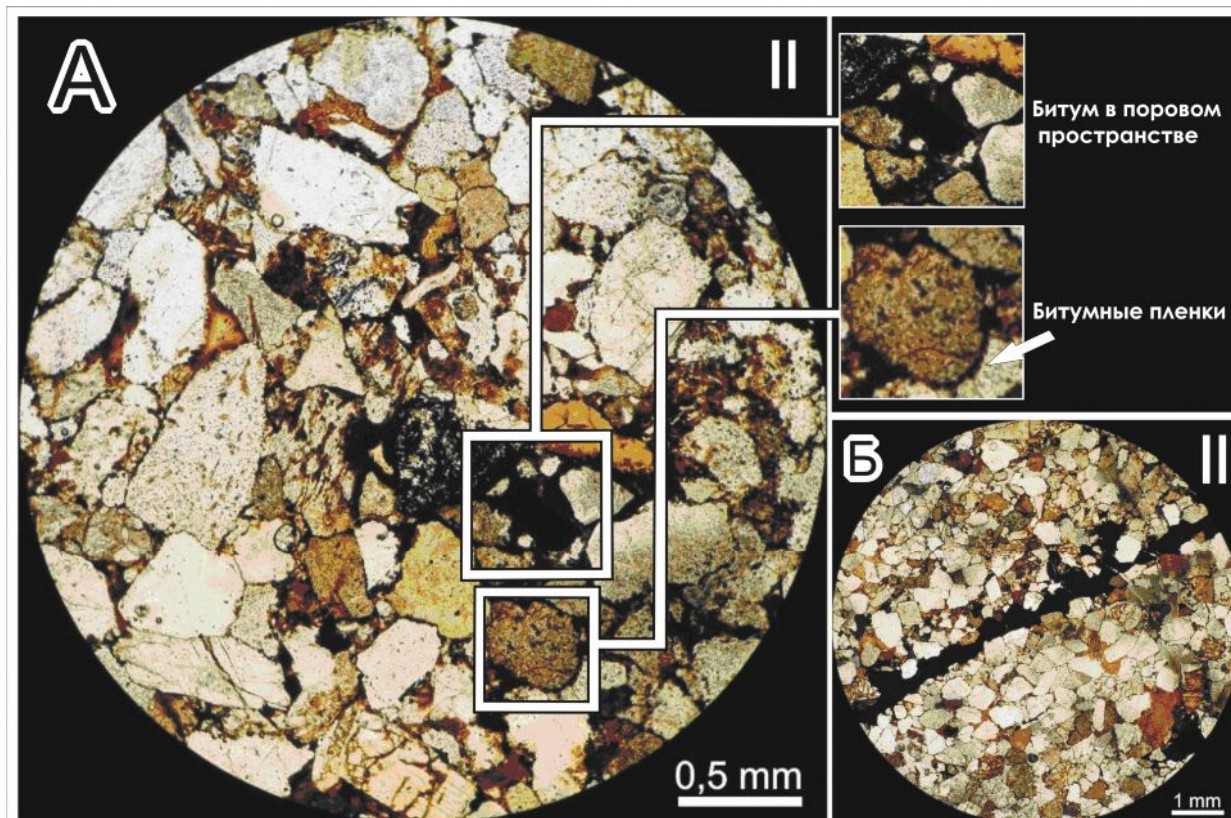


Рис. 4. Формы нахождения битума в породе: А) битум в поровом пространстве песчаника и в виде пленок вокруг обломочных зерен; Б) битум в трещинах

Ранее была установлена четкая зависимость проницаемости пород от степени карбонатности цемента [Иванов, 1979]. Это особенно отчетливо проявляется при изучении обнажений – крупные (до 3 м в диаметре и более) карбонатизированные шаровидные стяжения непроницаемы и визуальны не насыщены (рис. 5). Напротив, бескарбонатные битумонасыщенные разности по результатам лабораторных определений обладают, как правило, высокой пористостью и проницаемостью.



Рис. 5. Шарообразное стяжение карбонатизированного песчаника. Фото И.О. Зверева

Очевидной также представляется связь фильтрационно-емкостных свойств коллекторов с фациальной природой отложений. Здесь, несмотря на сложное сочетание разнообразных фаций по вертикали и по латерали, установлена принадлежность их к отложениям, формировавшимся в переходной от континентальной к прибрежно-морской (рис. 6) и далее на север - к мелководно-морской обстановкам осадконакопления. При этом южной границей области распространения залежей в пермских отложениях служит линия смены мелководных морских фаций прибрежно-континентальными вверх по восстанию пород [Иванов, 1979].

Преыдущими исследованиями Т.Н. Копыловой (1962) и В.Л. Иванова (1979) установлено, что фактором, контролирующим битумонасыщение вмещающих пород, является проницаемость. В свою очередь проницаемость коррелируется с пористостью, типом и составом цемента, зависит от первоначальных условий осадконакопления и интенсивности вторичных преобразований пород. Все перечисленные неоднородности оказывают решающее влияние на распределение битумонасыщенности в разрезе.

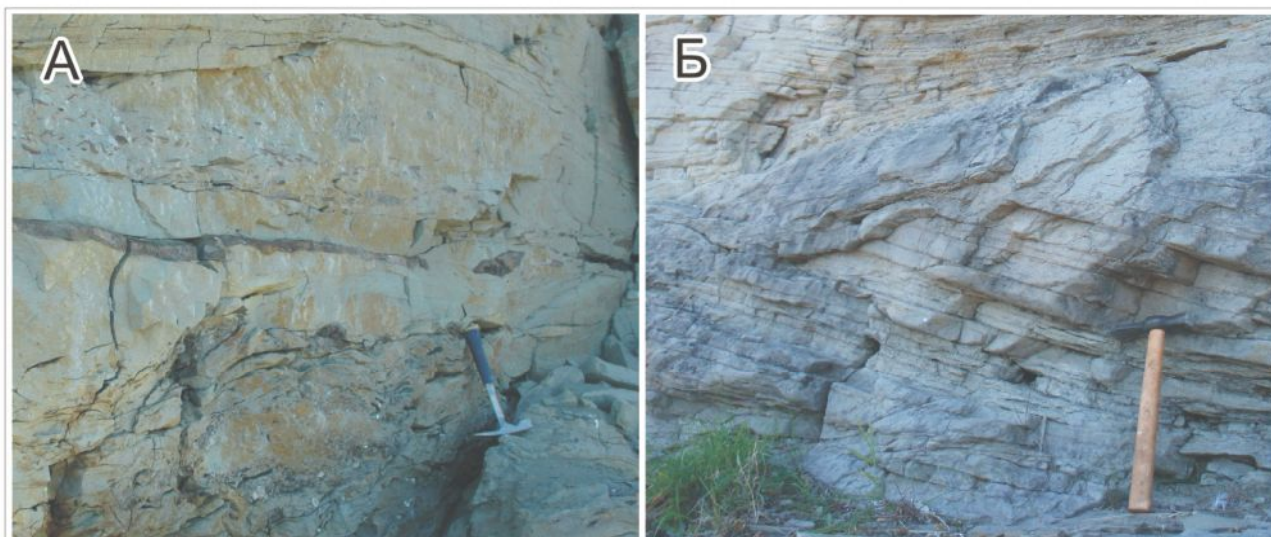


Рис. 6. Фотографии обнажений нижнепермских песчаников (V пачка), левый берег р. Бур в месте её впадения в р. Оленек. А. Линзы «мусорных» песчаников в континентальных (?) отложениях. Б. Косая слоистость в прибрежно-морских отложениях.

Фото Ю.В. Меркушкиной, И.О. Зверева

Битумонасыщенность пород-коллекторов

Современный состав битумов Оленекского месторождения сформировался в результате окислительных процессов различной степени интенсивности вследствие подъема нефтесодержащих горизонтов в зону гипергенеза.

Наряду с простым испарением легких фракций углеводородов и остаточным накоплением асфальто-смолистых компонентов существенную роль играло неорганическое и биохимическое окисление углеводородов [Каширцев и др., 2010]. По групповому углеводородному составу большая их часть относится к мальтам, асфальтам и асфальтитам. Важно то, что асфальтиты приурочены только к образцам из естественных обнажений, в то время как залегающие ниже дневной поверхности битумы относятся к классам мальт и асфальтов. Отмечены признаки капельно-жидкой нефти в керне скважин Тюмятинской площади - К-6 (VI пачка) и Р-50 (I и VI пачки).

Содержание битума в пермских отложениях изменяется от долей единиц до 10,8 %, среднее для всего месторождения содержание оцениваются в 3,04 % [Иванов, 1979]. Битумонасыщенные разности пород наиболее выдержаны по площади в седьмой песчанниковой пачке, здесь мощность зон сплошного битумонасыщения достигает 15 м, однако на микроуровне распределение битумов в породе также неравномерное и контролируется вещественными характеристиками пород (рис. 7).

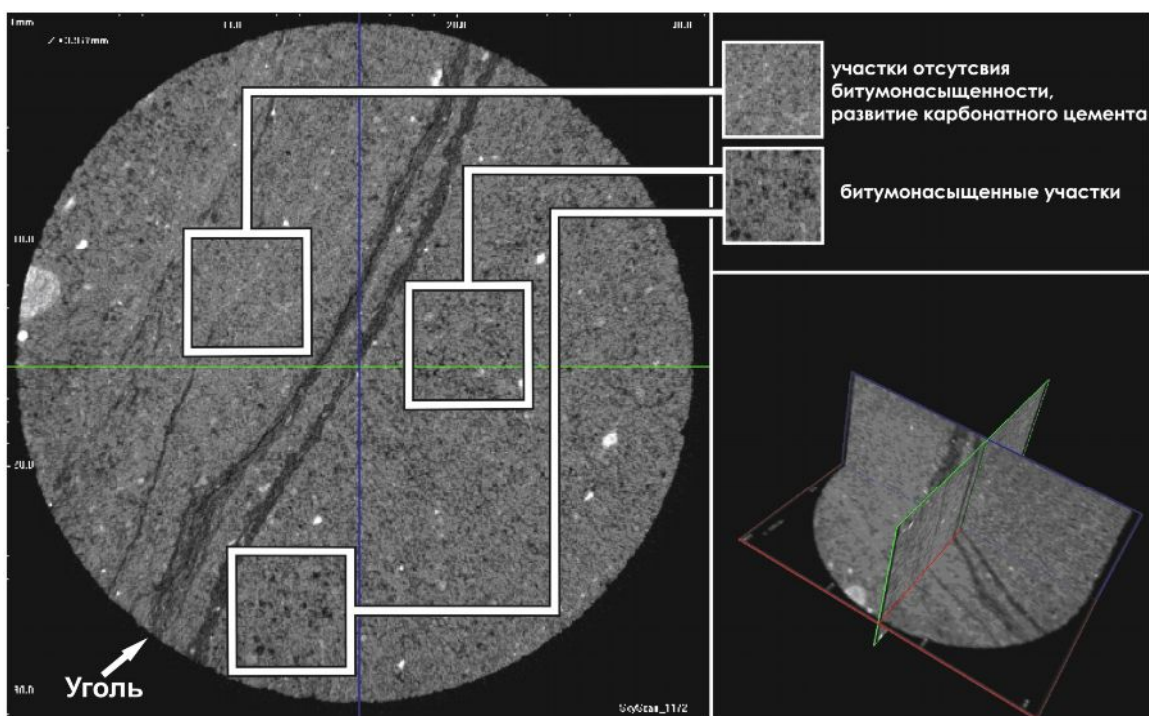


Рис. 7. Плотностной рентгеновский срез образца 15/9. Неравномерное распределение битумонасыщения, связанное с развитием карбонатного цемента

Известно, что залежи битумов пластового типа образуются на месте первичных нефтяных залежей или на пути миграционного потока нефти по пласту-коллектору. Выполненные В.Л. Ивановым расчеты показали, что относительное заполнение порового пространства (без учета уменьшения объема битума при изменении группового состава УВ) в среднем составляет 42 %, отсюда очевидно, что Оленекское месторождение представляет собой именно совокупность нефтяных залежей, разрушенных процессами гипергенеза (палеогипергенеза) различной интенсивности. В таком случае следующей задачей является выявление очагов нефтеобразования, масштабы генерации в которых привели к формированию гигантского, даже в современном, редуцированном виде, месторождения.

Нефтематеринские толщи и очаги генерации

В.А. Каширцев на основе данных об изотопном составе углерода и распределении углеводородов-биомаркеров пришел к выводу о разных источниках нефтей, сформировавших залежи битумов в венд-нижнекембрийских отложениях внутриплатформенных структур и в пермских отложениях северной периферии Оленекского свода [Каширцев, 2003]. С учетом того, что в допермской части разреза в границах месторождения и окаймляющих его прогибах нефтематеринские толщи не выявлены, можно утверждать, что пермские битумы одновозрастны вмещающим их отложениям, причем генерирующей толщей служили входящие в составы ритмов пачки аргиллитов, обогащенные

сапропелево-гумусовым органическим веществом (содержание Сорг по данным разных исследователей 2,4-3,7 %).

Выполненные в лаборатории угля кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ углепетрографические исследования свидетельствуют о том, что генерация нефти не имела места непосредственно в границах месторождения. Результаты замеров показателей отражения витринита обобщены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели отражения витринита в исследованных образцах

№ п/п	№ образца	RV, %	Примечание
1	12/3	0,41	ПК ₃
2	15/2	0,53	МК ₁
3	15/9	0,41	ПК ₃
4	15/11	0,42	ПК ₃

Наиболее вероятными очагами нефтеобразования представляются погруженные области в пределах Верхоянской пассивной континентальной окраины на доколлизийном этапе ее развития. Мощность пермских отложений в пределах современного Хараулахского антиклинория составляет больше 2 км, а степень катагенетических преобразований рассеянного в них органического вещества на постколлизийном этапе развития достигла заключительных градаций мезокатагенеза и начальных градаций апокатагенеза.

Следами миграции нефти в направлении Оленекского свода являются обнаруженные в пермских отложениях битумы Туорасисского выступа Булурской антиклинали, имеющие близкий к Оленекским изотопный состав и характерный набор биометок [Каширцев и др., 2010].

С этих позиций история формирования Оленекского месторождения (точнее - пермских его залежей) представляется следующим образом:

(1) Формирование ловушек. Образование литолого-стратиграфических и, возможно, конседиментационных антиклинальных ловушек связано с формированием форландового бассейна перед формирующимися Таймырским и Верхоянским орогенами в (рис. 8) [Никишин А.М. и др., 2010].

(2) Генерация, миграция и аккумуляция УВ. Уже в перми в депоцентрах осадконакопления создаются благоприятные условия для генерации нефти и её миграции в направлении прилегающих приподнятых зон. Процесс генерации активизировался на рубеже перми и триаса и в раннем триасе в связи с трапповым магматизмом и продолжался (вероятно, уже с преобладанием генерации газообразных УВ) до начала мела на фоне

термального погружения региона и последующего формирования Предверхоанского краевого прогиба. Таким образом, мы можем предположить, что пермские залежи Оленекского месторождения формировались с поздней перми до начала мела.

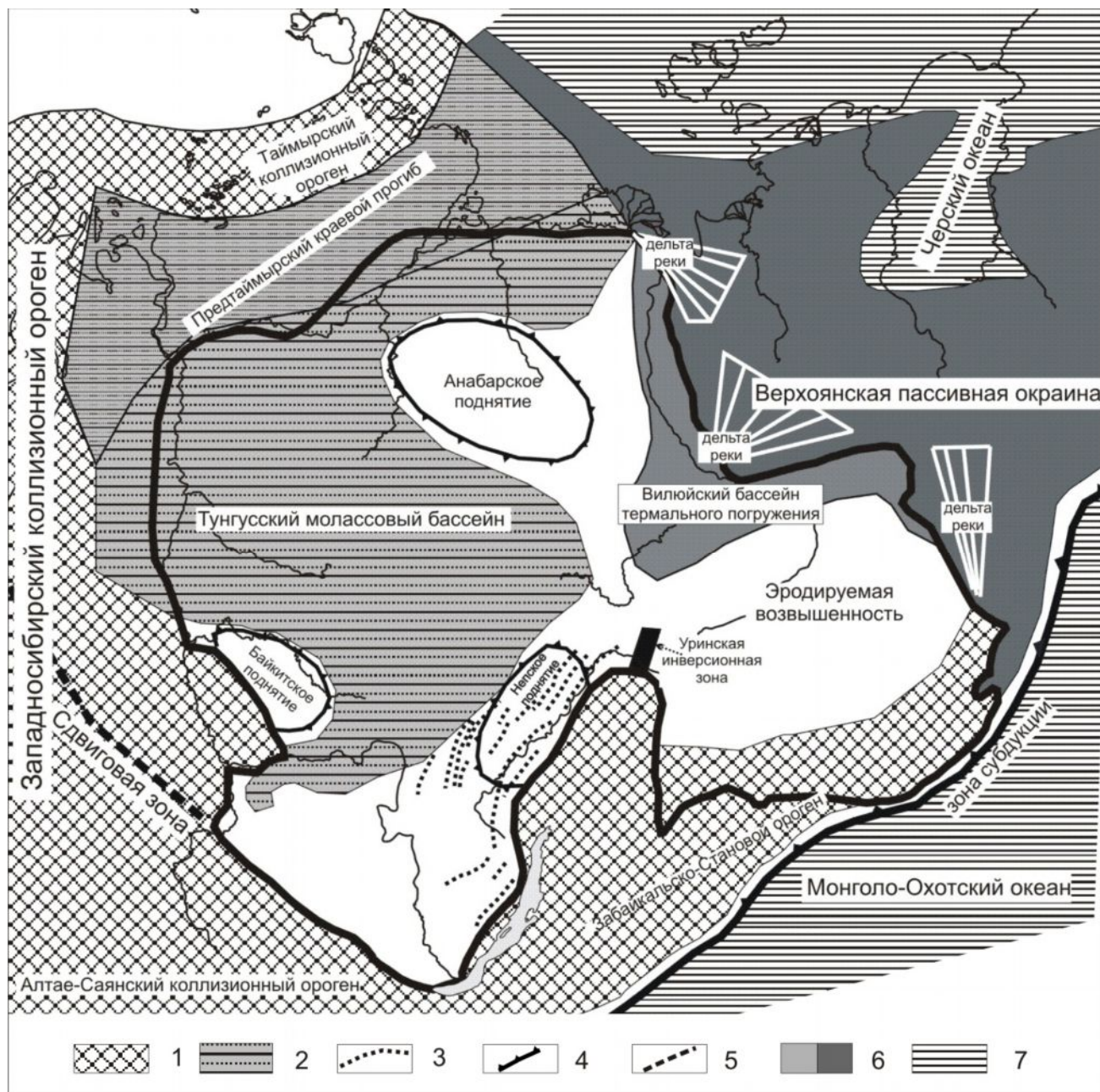


Рис. 8. Тектоническая структура Сибирского палеоконтинента в карбоне ранней перми
[Нишкин А.М. и др., 2010]

1 – коллизионные орогены; 2 – молассовые бассейны; 3- антиклиналы, взбросы; 4 – крупные антиклиналы; 5 – сдвиговая зона; 6 - осадочные бассейны на континентальной коре; 7 – осадочные бассейны на океанической коре.

(3) Разрушение залежей, вероятно, началось уже на рубеже юры и мела и связано с воздыманием Оленекского свода как периферического поднятия при формировании

Предверхоанского краевого прогиба и продолжается до настоящего времени на фоне общего воздымания территории платформы с начала позднего мела.

Таким образом, углеводороды, мигрировавшие из Лено-Анабарского и Предверхоанского прогибов в поздней перми – мезозое заполняли конседиментационные ловушки, расположенные непосредственно на путях миграции, что обеспечило высокий коэффициент аккумуляции и формирование уникального Оленекского месторождения, разрушение которого началось в начале мела и продолжается в настоящее время.

Перспективы нефтеносности прилегающей территории

Изучение онтогенеза Оленекского месторождения и особенностей его геологического строения позволило нам наметить приоритетные направления поисков месторождений – спутников на прилегающей территории. В настоящей работе, как отмечено выше, мы не рассматривали перспективы допермской части разреза, так же как и мезозойской. В отношении же нефтегазонасности пермских отложений мы выделяем следующие направления геологоразведочных работ (рис. 9):

- литологически-ограниченные ловушки, приуроченные к линзам песчаников, залегающих в толще глинистых пород и аналогичные выявленным в пачке VI, либо литолого-стратиграфические, связанные с выпадением из разреза осадочных ритмов вверх по восстанию, что подтверждается увеличением стратиграфической полноты разреза месторождения в северном направлении.

- антиклинальные структуры домезозойского заложения, расположенные на путях миграции УВ из депрессий, окаймляющих Оленекский свод с северо-востока. В таком случае, согласно гипотезе Иванова В.Л., объяснявшего битумонасыщенность пермских резервуаров механизмом дифференцированного улавливания Максимова-Гассоу, в направлении депоцентра Предверхоанского и Лено-Анабарского прогибов вероятно смена битумонасыщенных ловушек нефте-, а затем газонасыщенными. Если же гипотеза дифференцированного улавливания (применительно к Оленекскому месторождению) неверна, возможен механизм латерального экранирования нефтяных залежей непроницаемыми битумонасыщенными породами;

- и, наконец, теоретически возможно существование, с учетом преобладающего простираения дизъюнктивных дислокаций, тектонически-экранированных залежей нефти на северо-восточных склонах Оленекского свода и в крупных приразломных структурах, возникшие на территории Предверхоанского прогиба в результате коллизии в Верхоянской складчатой области. В качестве перспективного объекта следует рассматривать Кюсюрско-

Куогастахский (или Келимярский) вал, протягивающийся от низовьев реки Лены (Кюсюрская антиклиналь) до нижнего течения р. Келимяр.

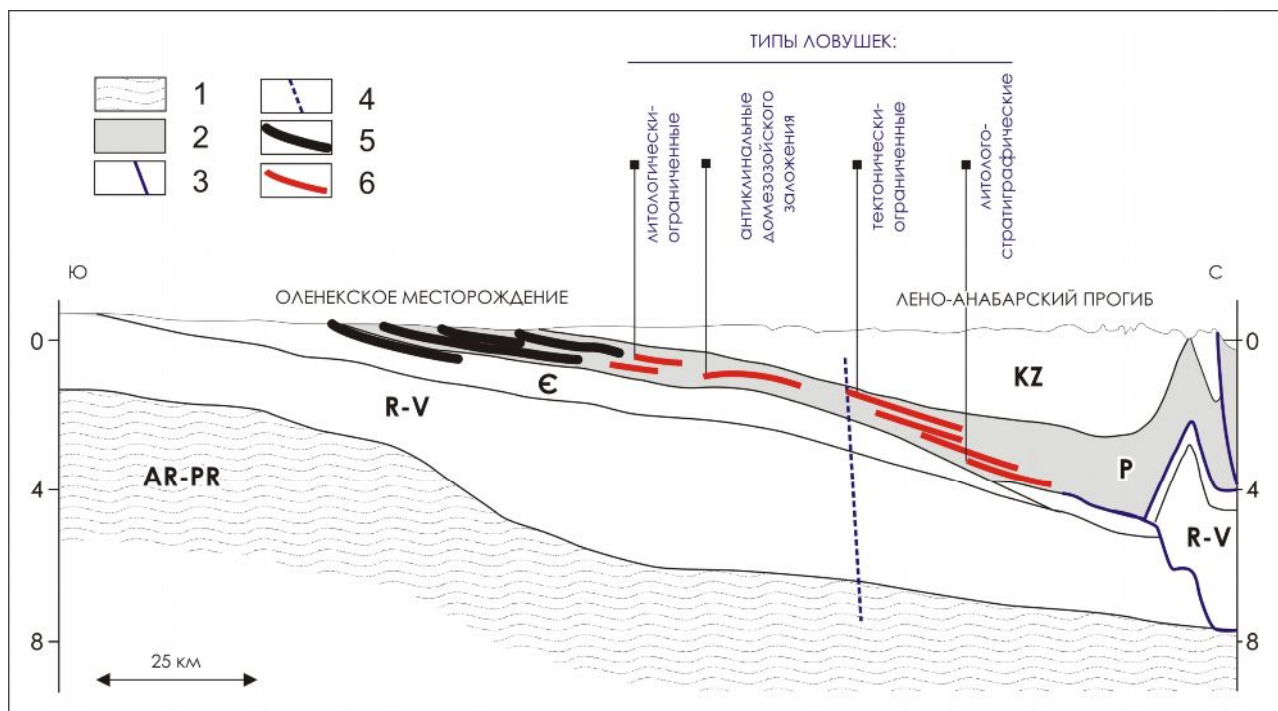


Рис. 9. Принципиальная схема размещения не выявленных залежей углеводородов

1 – складчатый фундамент; 2 – пермские терригенные отложения; 3 – надвиги; 4 – дизъюнктивные дислокации – латеральные флюидоупоры; 5 - выявленные залежи битумов; 6 – прогнозные залежи битумов и нефти.

Заключение

Высокая неоднородность природных резервуаров Оленекского месторождения, выборочная их битумонасыщенность свидетельствуют об ограниченном потенциале битумоносности. В то же время, история геологического развития региона свидетельствует о масштабности имевших здесь место процессов нефтегазообразования. Изучение онтогенеза углеводородных систем Оленекского свода и прилегающей территории позволило нам наметить следующие направления поисков месторождений-спутников в пермских и, в меньшей степени, средне-верхнекембрийских отложениях, насыщенных флюидами, возможно, не затронутыми процессами гипергенеза:

– литологические и литолого-стратиграфические ловушки, связанные с линзовидным распространением проницаемых пород и с сокращением стратиграфической полноты разреза в направлении Оленекского свода;

– антиклинальные ловушки домезозойского и позднемезозойского заложения на путях миграции УВ из окаймляющей Оленекский свод Верхоянской пассивной континентальной окраины и последующих краевых прогибов;

– запечатанные битумом и тектонически-экранированные ловушки на моноклинальных склонах (северном и восточном);

Изложенное выше позволяет рассматривать северо-восток Восточной Сибири как территорию, приоритетную для геологического изучения, направленного на поиски крупных месторождений нефти.

Литература

Иванов В.Л. Оленекское месторождение битумов. – Л.: Недра, 1979.

Каширцев В.А. Органическая геохимия нафтидов востока Сибирской платформы. – Якутск: ЯФ изд-ва СО РАН, 2003.

Каширцев В.А., Конторович А.Э., Иванов В.Л., Сафронов А.Ф. Месторождения природных битумов на северо-востоке Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2010. - Т. 51. - № 1. - С. 93-105.

Никишин А.М., Соборнов К.О., Прокопьев А.В., Фролов С.В. Тектоническая история Сибирской платформы в венде-фанерозое // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология, 2010. - №1. - С. 3-16.

Polyakov A.A., Blinova V.N.

Rosneft Oil Company, Moscow, Russia, aapolyakov@rosneft.ru

Kashirtsev V.A.

A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, KashirtsevVA@ipgg.nsc.ru

Smirnova M.E.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, m_smirnova@rosneft.ru

NEW DATA ON GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE OLENEK BITUMEN FIELD AND HYDROCARBON POTENTIAL OF THE ADJACENT TERRITORY

The reservoirs characteristics were studied and the prerequisites for the formation and location of satellites of the Olenek field were reviewed. This field buried and saturated by fluids, was unaffected by the regional hypergenesis processes. The principal directions of hydrocarbon exploration for the adjacent territory were identified.

Key words: bitumen, ontogenesis of hydrocarbon systems, terrigenous deposits, Permian, hydrocarbon potential, Olenek field.

References

Ivanov V.L. Olenekskoe mestoroždenie bitumov. – L.: Nedra, 1979.

Kaširtsev V.A. Organičeskaâ geohimiâ naftidov vostoka Sibirskoj platformy. – Âkutsk: ÂF izd-va SO RAN, 2003.

Kaširtsev V.A., Kontorovič A.È., Ivanov V.L., Safronov A.F. Mestoroždeniâ prirodnyh bitumov na severo-vostoke Sibirskoj platformy // Geologiâ i geofizika, 2010. - T. 51. - # 1. - S. 93-105.

Nikišin A.M., Sobornov K.O., Prokop'ev A.V., Frolov S.V. Tektoničeskaâ istoriâ Sibirskoj platformy v vende-fanerozoe // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriâ 4: Geologiâ, 2010. - #1. - S. 3-16.

© Поляков А.А., Блинова В.Н., Каширцев В.А., Смирнова М.Е., 2011