



В.В. Корсунь
д-р геол.-мин. наук
ООО «НРК-Технология»¹
главный геолог
korsunvv@irdc.ru

Перспективы обнаружения залежей УВ в аллохтонах подсолевого комплекса ордовика надвиговых зон гряды Чернышева

¹Россия, 119034 г.Москва, ул. Остоженка, 10.

Рассмотрены перспективы нефтегазоносности подсолевых отложений верхнего ордовика в поднятых крыльях складко-надвигов гряды Чернышева на основе опыта геологоразведочных работ на поиски нефти и газа в надвиговых зонах Юго-Западного Гиссара (Узбекистан). Акцент сделан на сквозной характер надвигов, возможность прогноза подсолевых нефтеперспективных аллохтонов по пологим углам наклонов их поверхностей сместителей, и сведения о толщинах надсолевых отложений по данным геологической съемки. Детализация сейсмикой 3D предлагается на спрогнозированных по этим данным участках. В районе Воргамусюрской группы складко-надвигов прогнозируется открытие 6–8 залежей УВ в подсолевых карбонатных отложениях верхнего ордовика с суммарными извлекаемыми запасами до 80 млн т

Ключевые слова: надвиговые зоны; поверхности сместителей надвигов; аллохтон; верхний ордовик; галогенные отложения; углы наклона; орогенные районы

Один из наиболее перспективных районов на нефть и газ в пределах складчатого пояса Приполярного Урала – надвиговые зоны гряды Чернышева. Геологическое строение этого уникального образования остается предметом многочисленных дискуссий, продолжающихся на протяжении последних 50 лет.

Наиболее острыми темами при обсуждении геологического строения данного региона являются следующие:

- природа интенсивной складчатости гряды Чернышева, существенно удаленной от Уральских гор;
- происхождение крупных надвигов, в том числе имеющих антиуральскую верген-

цию (поверхности сместителей наклонены на северо-запад);

- надвиги являются сквозными тектоническими разрывами на всю толщину осадочного чехла или сформированы по поверхностям срыва;

- типы ловушек, контролирующих УВ скопления.

Господствующими геологическими представлениями для рассматриваемого региона предполагается, что складчатость и формирование аллохтонных пластин обусловлены detachmentом (срывом) по поверхности галогенной толщи верхнего ордовика [4].

Впервые такую точку зрения обосновал В.В. Юдин в 1985 г. [6]. Согласно этой гипотезе, локализация деформаций в пределах гряды Чернышева обусловлена региональным выклиниванием солей верхнего ордовика, происходящим с востока на запад под действием бокового давления со стороны Урала.

При этом антиуральские надвиги обусловлены образованием вдвиговых (ретронадвиги) дуплексных структур, которые расщепляют осадочный чехол [4].

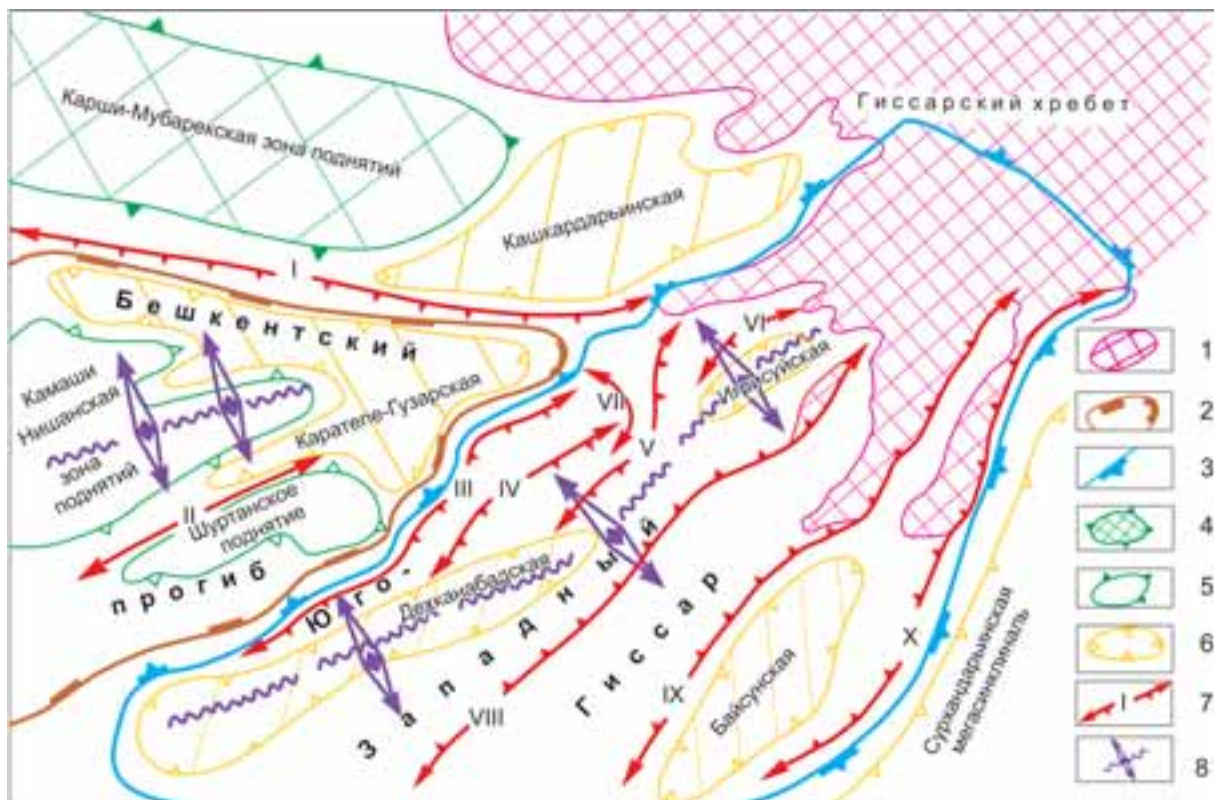
Аналогичные представления на строение эпиплатформенных орогенных территорий высказывались и по территории Афгано-Таджикской впадины [3].

Были и другие представления о геологическом строении региона. В модели шовной структуры гряды Чернышева [5] надвиги представлены сквозными разрывными нарушениями в интервале всей палеозойской осадочной толщи.

Следует подчеркнуть, что до настоящего времени единственным геологическим регионом на территории бывшего СССР, где в начале 70-х гг. прошлого столетия надвиги были детально изучены по скважинным данным как в надсолевых (мел-палеоген-неоген-четвертичных), так и в подсолевых (сульфат-

Рис. 1.

Схема расположения надвиговых зон и областей новейшего тектонического прогибания в пределах мегантиклинали Юго-Западного Гиссара и восточной части Туранской плиты. Надвиговые зоны: I – Майманактау-Шорбулакская, II – Аляудинская, III – Тагам-Ананатинская, IV – Гумбулак-Урадарынская, V – Бабасурхан-Лянгарская, VI – Тагаранская, VII – Кызылсай-Саназинская, VIII – Тюбегатан-Чакчарская, IX – Кугитанская, X – Келиф-Ширабадская. 1 – Естественные выходы домезозойских образований; 2 – граница Бешкентского прогиба; 3 – граница мегантиклинали Юго-Западного Гиссара; 4 – зоны поднятий Бухарской ступени; 5 – антиклинальные зоны в Бешкентском прогибе; 6 – области новейшего прогибания (впадины с мощным неоген-четвертичным комплексом моласс); 7 – надвиговые зоны; 8 – оси дивергенции (стрелки указывают на направление тангенциального сжатия)



но-карбонатных и карбонатных отложениях верхней юры и терригенных образованиях нижней-средней юры), является мегантиклиналь Юго-Западного Гиссара в Узбекистане. В границах, образующих этот регион надвиговых зон (рис. 1), пробурено более 100 глубоких и структурных скважин [1].

Фиксация поверхностей надвигов уверенно решается путем детальной послойной корреляции разрезов ГИС скважин, которые пересекли их вкрест простирания. Достоверно установлены интервалы пересечения Карайльского, Уэункишлакского, Белесыйнакского, Адамташского, Гумбулакского и других надвигов.

Установлено, что поверхности надвигов уже на небольшом удалении от их выходов на поверхность с глубиной приобретают наклон, сохраняющийся практически постоянным при пересечении различных стратиграфических комплексов пород, представленных литологически разнородными образованиями. Крутизна надвигов иногда лишь несколько (на единицы градусов) изменяется в подсолевой части разреза верхнеюр-

ской карбонатной и в ниже-среднеюрской терригенной формаций; но и в этом случае поверхности их сместителей остаются пологими (21–32°).

По наиболее изученным глубоким бурением надвигам Юго-Западного Гиссара составлены графики (рис. 2), на которые вынесены интервалы сдвояния слоев, а также построена карта поверхности надвигов (рис. 3). Анализ этих графиков и карты, а также построенных на их основе геологических профилей (рис. 4), позволил сделать следующие выводы.

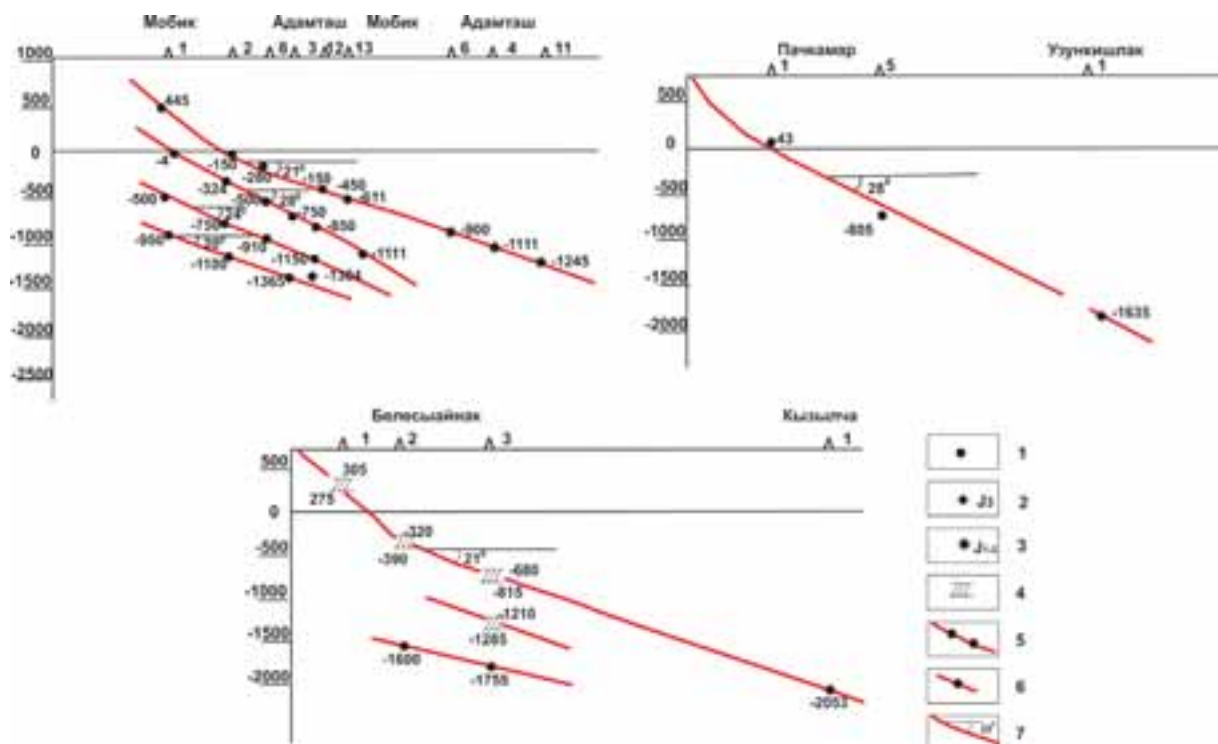
1. Надвиги являются сквозными разрывными нарушениями, полого пересекающими мезозойско-кайнозойский осадочный чехол (в т.ч. и породы подсолевой юры) на всю его толщину.

2. Во всех сечениях, перпендикулярных простиранию надвигов, наклоны их сместителей с глубиной либо не изменяются, либо изменяются незначительно.

3. Величины горизонтальных амплитуд надвигов в надсолевом комплексе существенно большие, чем в подсолевых отложениях;

Рис. 2.

Северная ветвь мегантиклинала Юго-Западного Гиссара. Графическое изображение сместителей надвигов в разрезах скважин. Интервалы пересечения скважинами сместителей надвигов: 1 – в надсолевых отложениях, 2 – в подсолевых сульфатно-карбонатных отложениях, 3 – в подсолевых карбонатных и терригенных отложениях, 4 – интервалы вероятного дробления пород по надвигам, 5 – усредненное положение поверхностей сместителей надвигов, 6 – оперяющие разрывы, 7 – углы наклона сместителей надвигов



это вызвано пластическими деформациями пород галогенной формации.

Структурные построения по надвигам Юго-Западного Гиссара показали, что в направлении наклона надвигов во всех стратиграфических комплексах разреза осадочного чехла в их поднятых крыльях образуются приразломные складки; их разграничивают поверхности сдвигов. Размеры и конфигурация подсолевых структур в аллохтонах аналогичны складкам, закартированным на поверхности.

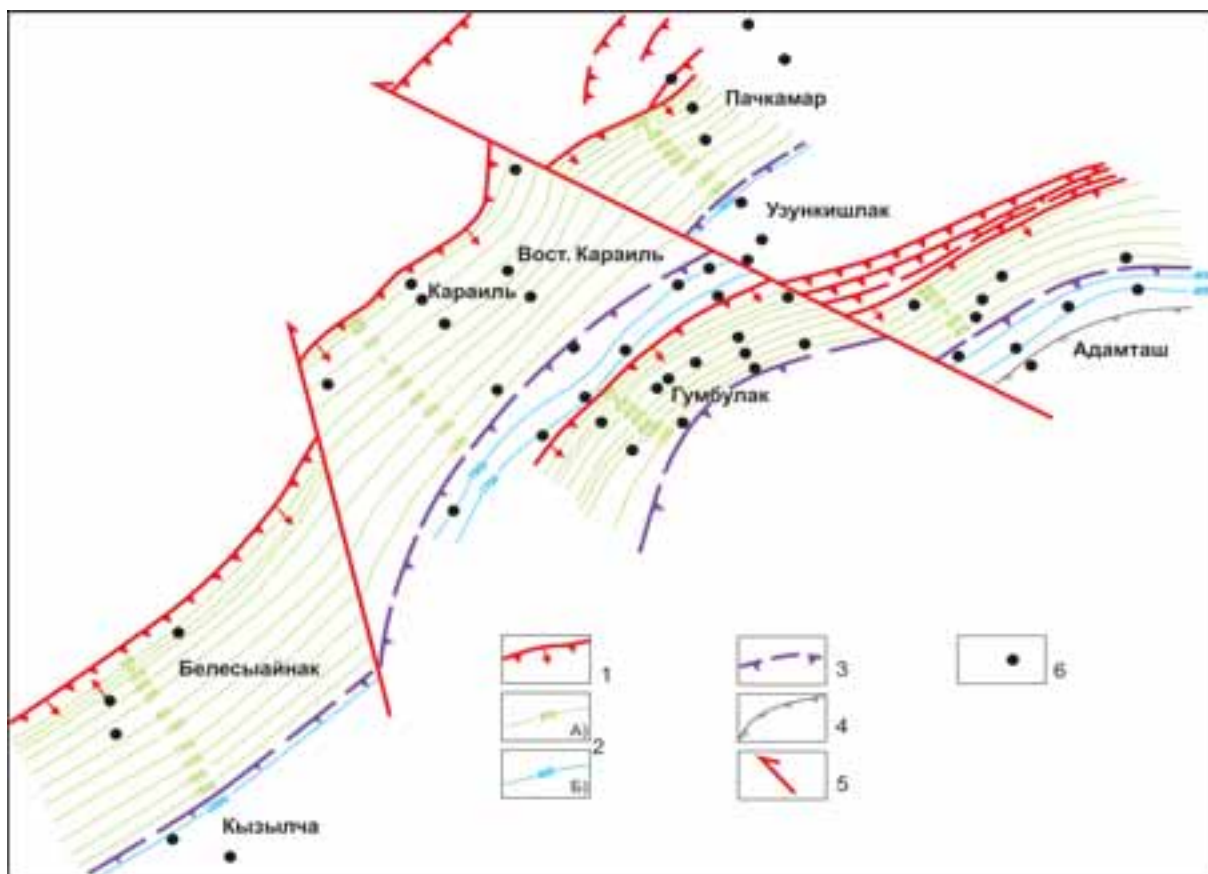
Результаты крупномасштабных геологосъемочных работ, выполненных на территории Юго-Западного Гиссара в Узбекистане свидетельствуют о том, что все закартированные на поверхности надвиги самым непосредственным образом связаны со складками и по существу являются складко-надвигами; надвигов вне складок или секущих их не уста-

новлено [2]; в этой связи очевидна возможность достоверного прогноза ловушек УВ в их поднятых крыльях.

По данным достоверно установленных интервалов сдвигания разрезов в скважинах построена карта, на которой в абсолютных отметках изображены полого наклоненные поверхности сместителей надвигов. Эта карта позволяет представить положение наклона надвигов в плане; из нее же, как и из рассмотренных выше графиков, с очевидностью следует, что надвиги полого пересекают не только надсолевые терригенные, но и подсолевые карбонатные и терригенные образования. Если на рассматриваемую карту вынести линии тектонического срезания (выклинивания) различных стратиграфических комплексов вдоль сместителей надвигов, то из таких построений можно сделать вывод о том, что, чем положе наклон надвига,

Рис. 3.

Северная ветвь мегантиклинали Юго-Западного Гиссара. Карта поверхности сместителей надвигов: 1 – надвиги, закартированные на поверхности (стрелки указывают направления наклона надвигов); 2 – изолинии поверхности сместителей надвигов: а – в интервале надсолевых отложений; б – в интервале подсолевой толщи; 3 – линия тектонического срезания пород карбонатной формации поверхностями сместителей надвигов; 4 – линия тектонического среза пород терригенной формации нижней и средней юры; 5 – сдвиги; 6 – скважины, в которых установлено сдвигание слоев



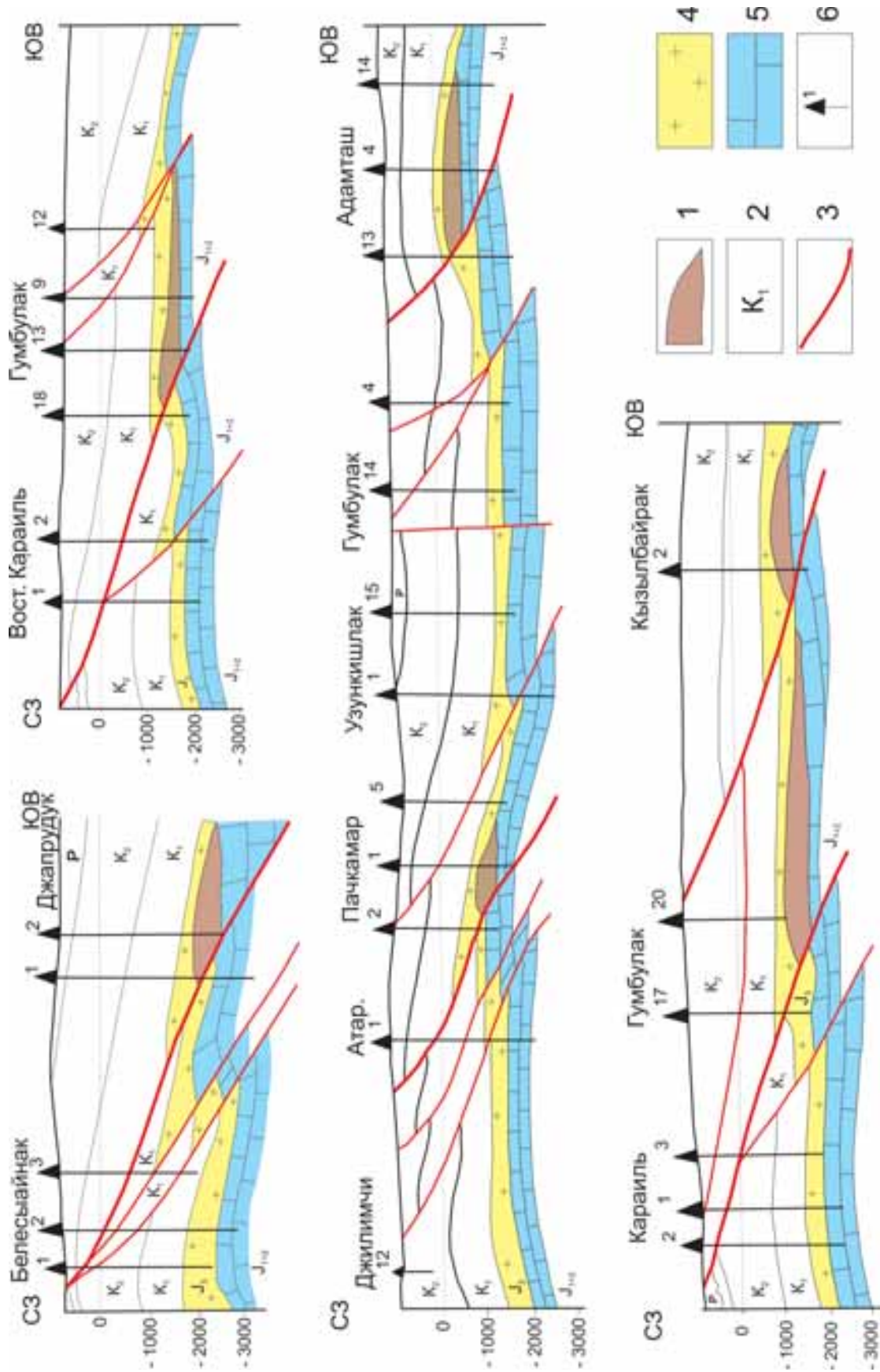


Рис. 4. Северная ветвь мегатиклинали Юго-Западного Гиссара. Поперечные геологические профили через надвиговые зоны: 1 – залежи УВ; 2 – возраст пород; 3 – надвиги и сдвиги; 4 – породы галогенной формации; 5 – породы карбонатной формации; 6 – свазисны

тем на большем расстоянии от его выхода на поверхность происходит такое выклинивание. Значит, зная угол наклона надвига, можно рассчитать наиболее вероятное положение зоны тектонического выклинивания любого стратиграфического комплекса пород осадочного чехла в его поднятом крыле. При герметизации таких зон породами, их запечатывающими (нередко герметизируют только каменные соли, ангидриты и пластичные глины), становится возможным прогнозировать обнаружение на подобных участках серии нефтегазоперспективных ловушек, последовательно смещающихся по поверхности надвигов в направлении их наклона. При этом толщины соленосных отложений кимеридж-титона аномально увеличены в узких полосовидных зонах вдоль поверхностей сместителей надвигов в 2–5 раз (составляя 800–1500 м) по отношению к региональной (300–400 м) их мощности на данном участке региона; вдоль гипсометрически приподнятых блоков в подсолевых карбонатных аллохтонах – они резко, иногда в 8–10 раз

сокращены по отношению к региональной мощности (30–100 м) (рис. 5).

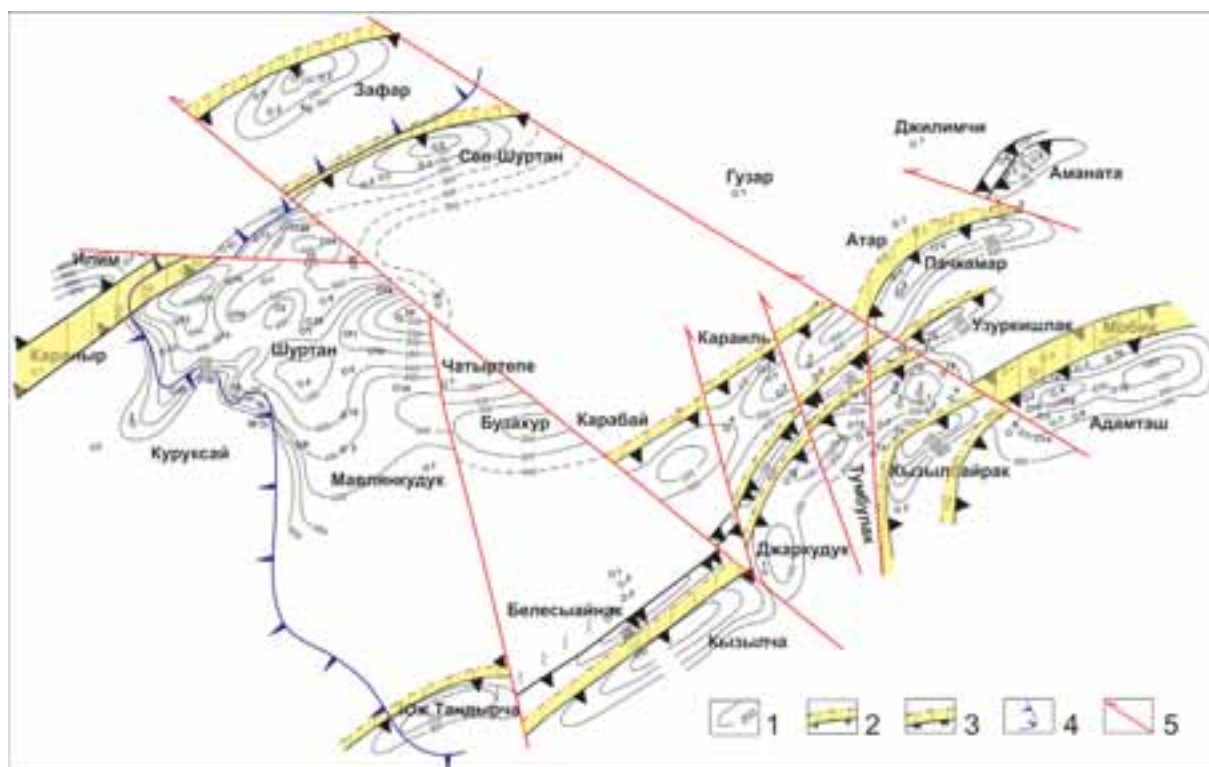
Эмпирически установлено, что расстояние между линией выхода надвига на поверхность и положением околосводной части подсолевой структуры в его аллохтоне определяется как отношение суммы видимой мощности отложений карбонатной формации, четвертой части региональной мощности галогенных образований и всей остальной толщи вышележащих надсолевых пород, заключенных в интервале между дневной поверхностью и плоскостью надвига к тангенсу угла падения его сместителя; оно тем больше, чем больше наклон плоскости надвига, и рассчитывается по формуле:

$$S = \frac{M_{нт} + \frac{1}{4} M_c + M_{кф}}{\operatorname{tg} \alpha},$$

где: S – расстояние между околосводовой частью структуры в поднятом крыле аллохтона надвига и линией выхода этого надвига на поверхность; M_{нт} – суммарная толщина надсо-

Рис. 5.

Северо-восточная часть Аляудинской и Лянгаро-Караильская надвиговые зоны. Карта суммарной мощности галогенной формации: 1 – изопахиты галогенной формации, м; участки аномального увеличения мощности: 2 – в зонах основных надвигов и взбросов; 3 – в зонах оперяющих разрывов; 4 – внешний край барьерно-рифтовой системы; 5 – сдвиги



левого комплекса отложений; Мс – толщина соленосных отложений титона; Мкф – толщина карбонатной формации верхней юры.

Установленная зависимость имеет принципиальное значение: повсеместная герметизация пород карбонатной формации верхней юры Юго-Западного Гиссара по поверхностям сместителей надвигов галогенными образованиями кимеридж-титона позволяет осуществить прогноз и целенаправленные поиски подсолевых нефтегазоперспективных объектов в аллохтонах складко-надвигов. Надвиги и сдвиги являются сопряженными тектоническими разрывами, поскольку их объединяет общность условий образования, и они формируют закономерно построенные системы.

Представленные фактические данные о геологическом строении надвиговых зон Юго-Западного Гиссара, основанные на детальных, масштаба 1:25 000 геолого-съёмочных работах и результатах бурения глубоких поисковых и разведочных скважин, свидетельствуют о целесообразности, наряду с уже существующими гипотезами, принять во внимание и представления о сквозных надвигах гряды Чернышева.

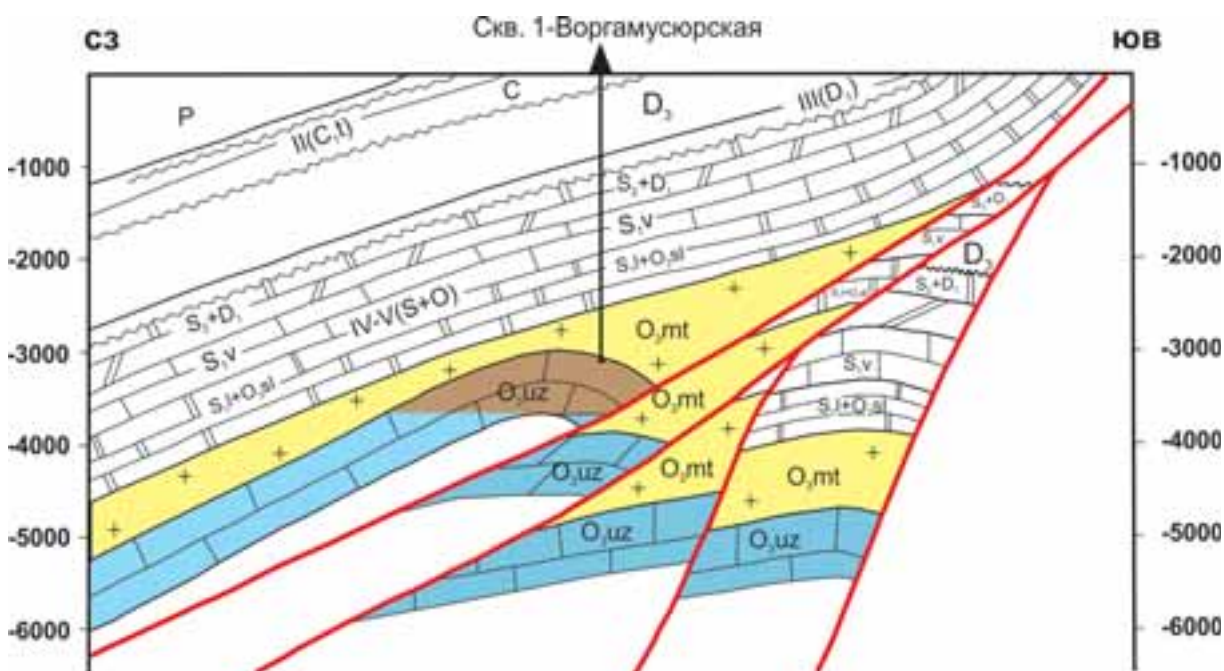
При подтверждении данной версии существенно увеличиваются перспективы поиска новых нефтегазоперспективных ловушек УВ в каждом из подсолевых ордовикских ал-

лохтонов Адакского, Воргамусюрского, Пымвашорского, Нельнявожского, Адзвинского и др. складко-надвигов. Привлекательность осуществления поиска подсолевых ловушек УВ в отложениях верхнего ордовика на объекты в поднятых крыльях складко-надвигов гряды Чернышева, обусловлена, прежде всего, их нахождением на значительно меньших глубинах (предположительно, 3100–3500 м), чем в этих же комплексах отложений в смежных регионах и в, частности, в пределах Косью-Роговской впадины, где эти отложения залегают на глубинах 5700–6200 м.

По степени геолого-геофизической изученности сейсморазведочными 2D и 3D работами и глубоким бурением, наиболее перспективными в рассматриваемом регионе являются Воргамусюрский и Восточно-Воргамусюрский лицензионные участки, в границах которых на поверхность выведены нижнесилурийские отложения. В пределах этих участков или вблизи них пробурены 4 глубокие скважины.

Данные бурения скв. Воргамусюрская 1 были истолкованы многими геологами, как подтверждающие концепцию послойного срыва этим соленосным отложениям верхнего ордовика. Поэтому последующее бурение, как нам представляется, ориентировалось на разведку прогнозируемых нефтяных залежей,

Рис. 6. Вероятная геологическая модель строения подсолевого аллохтона Воргамусюрского надвига (условные обозначения – см. рис. 4)



приуроченных к ниже-каменноугольным и верхнедевонским отложениям в автохтонной части складко-надвигов. Именно поэтому все последующие глубокие скважины пробурены не в направлении наклона Воргамусюрского складко-надвига на запад, северо-запад, а в противоположную сторону. При этом обе Адакские скважины вскрыли anomalно увеличенные толщины галогенных отложений (соответственно, 1060 и 1050 м) в зонах их сгруживания по поверхностям надвигов;

нефтегазоперспективные алохтонные части карбонатных отложений верхнего ордовика, находящиеся, по нашим представлениям, в 1–1,5 км северо-западнее, остались неизученными.

По нашему мнению, скв. Воргамусюрская 1, единственная из пробуренных в пределах гряды Чернышева, вскрыла залежь нефти именно в алохтонной части Воргамусюрского надвига и контролируется подсолевыми карбонатными отложениями верхнего

Рис. 7. Фрагмент центральной части гряды Чернышева. Схема прогноза ловушек УВ в подсолевых отложениях верхнего ордовика



ордовика; фактические данные бурения скв. Воргамусюрские 1, 2 и Адакские 1,2, а также имеющиеся сейсмические данные подтверждают версию о сквозном характере надвигов и приуроченности высокодебитного скопления нефти в скв. Воргамусюрская 1 к поднятому крылу складко-надвига по подсолевым карбонатным отложениям верхнего ордовика (рис. 6).

Ориентировочные размеры структуры, контролирующей нефтяную залежь Воргамусюрского складко-надвига, составляют $25 \times 1,5 \times 2$ км; суммарная толщина подсолевых верхнеордовикских известняков и доломитов (усть-зыбский горизонт, баганская и мукерская свиты) составляет порядка 400–500 м. Вблизи поверхностей сместителей надвигов, в зонах шириной первые сотни метров, за счет тектонической раздробленности пород даже первично плохо- и практически непроницаемые породы (черно-сланцевые и глинисто-карбонатные породы депрессионного типа, а также слоистые сульфатно-карбонатные породы тыловых зон барьерных рифов) приобретают относительно высокие коллекторские свойства.

При площадях предполагаемых ловушек порядка 30–40 км² и эффективных толщинах пород-коллекторов, как минимум, 40–50 м (на месторождениях Юго-Западного Гиссара верхнеюрские подсолевые известняки продуктивны на всю их толщину) извлекаемые запасы нефти каждого из аллохтонов в верхнеордовикских известняках оцениваются величинами порядка 8–12 млн т.

О коллекторских свойствах доломитов, сульфатно-карбонатных пород и ангидритов, слагающих подсоловую комплекс верхнего ордовика, объективных геолого-геофизических данных пока нет.

Можно лишь предположить с высокой вероятностью, что в головных частях подсолевых аллохтонов, в нешироких (до 0,4–0,75 км), полосовидных зонах вдоль надвигов даже первично плохо проницаемые породы будут обладать относительно высокими емкостными свойствами. Площадь таких полосовидных участков, скорее всего, не будет превышать 8–10 км².

В этом случае извлекаемые запасы каждой из прогнозируемых залежей оцениваются величинами порядка 1,5–2,5 млн т. При подтверждении предлагаемой нами модели геологического строения подсолового аллохтона на Воргамусюрском лицензионном участке увеличивается вероятность обнаружения залежей УВ на соседних Адакской, Нельнявож-


ской, Исакьюской и др. площадях (рис. 7). При этом следует отметить, что даже имея данные сеймики 3D, вряд ли удастся уверенно спрогнозировать области улучшенных коллекторских свойств отложений верхнего ордовика в пределах каждого из спрогнозированных складко-надвигов. В этой связи последующее разведочное бурение предлагается ориентировать вдоль оси их головных принадвиговых частей на удалении не более 0,4–0,5 км от прогнозируемой линии тектонического срезания подсолевых пород верхнего ордовика поверхностями сместителей надвигов. С целью достоверного прогноза гипсометрически приподнятых участков подсолевых аллохтонов представляется целесообразным пересечь поверхность наклона надвига в первой из проектируемых поисковых скважин в интервале подсолевых карбонатных отложений верхнего ордовика.

Судя по схеме прогноза подсолевых ловушек УВ в отложениях верхнего ордовика, прогнозируемых в подсолевых аллохтонах складко-надвигов, на рассматриваемом участке гря-

До постановки глубокого поискового бурения в границах прогнозируемых подсолевых ловушек УВ целесообразно осуществление детализационных сейсморазведочных работ 3D

ды Чернышева возможно обнаружение еще не менее 5–7 нефтегазоперспективных объектов суммарной площадью 250–300 км²; извлекаемые запасы в них оцениваются в 60–80 млн т.; при этом существенно меньшие по масштабам запасов залежи УВ могут содержаться также в блоках между основным надвигом и оперяющими его разрывными нарушениями. Судя по данным сейсморазведки 3D, в пределах Хоседаю-Неруюской надвиговой зоны количество таких оперяющих разрывных нарушений может достигать 4–5. При наличии латеральных экранов в областях сгуживания солей вдоль сместителей основного и оперяющих надвигов возможно обнаружение в аллохтонах каждого из них протяженных на десятки километров, но очень узких, шириной в первые сотни метров, нефтегазосодержащих ловушек в подсолевых трещиноватых карбонатных и сульфатно-карбонатных отложениях верхнего ордовика.

Очевидно, что до постановки глубокого поискового бурения в границах прогнозируемых подсольных ловушек УВ целесообразно осуществление детализационных сейсморазведочных работ 3D; их геологическую интерпре-

тацию необходимо увязать с сейсмическими профилями 2D, пересекающими вкрест простираения околосводовые части складко-надвигов, закартированных на поверхности, и данными детальных геологических съемок. 

Литература

1. Корсунь В.В. Анализ эффективности геологических методов подготовки структур в орогенных областях и пути их повышения на примере Юго-Западного Гиссара // Геологические методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. 1980. Вып. 7. С. 41–53.
2. Корсунь В.В. Прогноз ловушек нефти и газа в юрских отложениях Юго-Западного Узбекистана. Автореф. дис... канд. геол.-мин. наук. М. 1984. 22 с.
3. Обухов А.Н. Гравитационная геодинамика нефтегазоносных бассейнов надвиговых зон Земной коры. Автореф. дис... д-ра геол.-мин. наук. М. 1997.
4. Соборнов К.О., Данилов В.Н. Строение и перспективы нефтегазоносности гряды Чернышева (Тимано-Печорский бассейн) // Геология нефти и газа. 2014. № 5.
5. Тимонин Н.И. Тектоника гряды Чернышева. Л.: Наука, 1975.
6. Юдин В.В. Послойные срывы в чехле востока Печорской плиты – возможный объект поиска углеводородов // Труды Института геологии Коми ФАН СССР. Печорский нефтегазоносный бассейн. Вып. 52. Сыктывкар. 1985.

UDC 553.98

V.V. Korsun, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Geologist of LLC “NRC–Technology”¹, korsunvv@irdc.ru.
¹10, Ostozhenka street, Moscow, 119034, Russia.

Prospects of Detection of Hydrocarbons Deposits in the Allochthons Subsalt Complex of the Ordovician Thrust Areas of the Chernyshev Ridge

Abstract. In this research we have considered oil and gas potential of subsalt Upper Ordovician sediments. This sediments are located in hanging wall of reverse fault of Chernyshev ridge. An interpretation is based on the geological survey of oil and gas in thrust-fault zones of South–West Gissar Range (Uzbekistan). The main scope of this contribution is to predict oil and gas potential in subsalt allochthons using shallow angles and distribution of thickness of subsalt sediments. In the area 3D seismic survey was supposed to conduct. Six to eight hydrocarbon deposits are predicted to be discovered in Vorgamusyursky group of displacements. These deposits are located in carbonate subsalt Upper Ordovician sediments with recoverable reserves about 80 millions of tons

Keywords: compression zone; fault plane of reverse fault; allochthons; upper Ordovician; halogens; dip; orogenic areas

References

1. Korsun' V.V. *Analiz effektivnosti geologicheskikh metodov podgotovki struktur v orogennykh oblastiakh i puti ikh povysheniia na primere lugo-Zapadnogo Gissara* [Analysis of the effectiveness of geological methods for preparing structures in orogenic areas and ways to improve them using the example of South-Western Hissar]. *Geologicheskie metody poiskov i razvedki mestorozhdenii nefiti i gaza* [Geological methods of prospecting and exploration of oil and gas fields], 1980, issue 7, pp. 41–53.
2. Korsun' V.V. *Prognoz lovushek nefiti i gaza v iurskikh otlozheniakh lugo-Zapadnogo Uzbekistana* [Forecast of oil and gas traps in the Jurassic sediments of South-Western Uzbekistan]. Abstract of the dissertation of the PhD. Moscow, 1984, 22 p.
3. Obukhov A.N. *Gravitatsionnaia geodinamika neftegazonosnykh basseinov nadvigovykh zon Zemnoi kory* [Gravitational geodynamics of oil and gas bearing basins of thrust zones of the Earth's crust]. Abstract of the Thesis of the Doctor of Geological and Mineralogical Sciences. Moscow, 1997.
4. Sobornov K.O., Danilov V.N. *Stroenie i perspektivy neftegazonosnosti griady Chernysheva (Timano-Pechorskii bassein)* [The structure and prospects of the petroleum potential of the Chernyshev ridge (the Timan-Pechora basin)]. *Geologiya nefiti i gaza* [Geology of oil and gas], 2014, no. 5.
5. Timonin N.I. *Tektonika griady Chernysheva* [Tectonics of Chernyshev ridge]. Leningrad, Nauka Publ., 1975.
6. Iudin V.V. *Posloinye sryvy v chekhle vostoka Pechorskoi plity – vozmozhnyi ob'ekt poiska uglevodorodov* [Stratified failures in the cover of the east of the Pechora plate - a possible object for hydrocarbons]. *Trudy Instituta geologii Komi FAN SSSR. Pechorskii neftegazonosnyi bassein* [Proceedings of the Institute of Geology of the Komi FAN USSR. Pechora oil and gas basin], issue 52, Syktyvkar, 1985.