

УДК 553.98.061:552.54.73. (470.4+574.1); <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-5.01>
<https://orcid.org/0000-0003-0772-4602>
<https://orcid.org/0000-0002-4518-0055>
<https://orcid.org/0000-0001-6208-3292>

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ СОЛЯНЫХ КАРНИЗОВ В ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ



А.М. ОСПАНОВ¹,
докторант,
a.ospanov@kstu.kz



Х.Б. АБИЛХАСИМОВ²,
главный редактор,
khairly@mail.ru



Ф.М. ИСАТАЕВА²,
доктор PhD, асс. профессор,
заведующий кафедрой
isataeva.farida@gmail.com

¹КАРАГАНДИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АБЫЛКАСА САГИНОВА
Республика Казахстан, 100000, г. Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56

²ТОО «НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР «НЕФТЬ»
НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РК
Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80

Приводятся результаты изучения соляных куполов (на примере площади Жубантам-Жусалысай), осложненных карнизами, представляющих сложную задачу как для сейсморазведки, так и для других геолого-геофизических методов. Широкое внедрение в практику нефтепоисковых работ в Прикаспийском осадочном бассейне метода объемной сейсморазведки ЗД привело к тому, что количество закартированных соляных карнизов стало резко расти. Соляные карнизы представляют интерес при нефтепоисковых работах, так как создают благоприятные условия для формирования структурных ловушек углеводородов. Важно отметить, что такие благоприятные условия могут возникать как в подкарнизной части разреза, так и над карнизом.

Оптимальный выбор направлений поисково-разведочных работ и применение современных ее методов является одним из важнейших условий достижения желаемого результата в открытии залежей углеводородов. Сложное строение участков геологического разреза, связанных с движением пластичных соляных масс, требует использования совре-

менных способов совместной обработки и интерпретации геологических и геофизических материалов (сейсморазведка 3D, ГИС, ВСП, бурение).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: соляной карниз, солянокупольная структура, ловушка, сейсморазведка 2D, 3D, перспективы нефтегазоносности.

КАСПИЙ МАҢЫ ОЙПАТЫНДАҒЫ ТҰЗДЫ КАРНИЗДЕРДІҢ ДАМУ БОЛЖАМЫ ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗДЫЛЫҒЫНЫҢ БОЛАШАҒЫ

А.М. ОСПАНОВ¹, докторант, a.ospanov@kstu.kz

Х.Б. АБИЛХАСИМОВ², бас редактор, khairly@mail.ru

Ф.М. ИСАТАЕВА², PhD, қауымдастырылған профессор, isataeva.farida@gmail.com

¹«ӨБІЛҚАС САҒЫНОВ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»
Қазақстан Республикасы, 100027, Қарағанды қ., Н. Назарбаев даңғылы, 56

²ЖШС ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
«МҰНАЙ» ҒЫЛЫМИ-ИНЖЕНЕРЛІК ОРТАЛЫҒЫ»
Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., көш. Бөгенбай батыр, 80

Мақалада сейсмикалық барлау үшін де, басқа геологиялық-геофизикалық әдістер үшін де күрделі міндет болып табылатын карниздермен күрделенген тұзды күмбездерді (Жұбантам-Жусалысай алаңының мысалында) зерттеу нәтижелері келтірілген. Каспий маңы шөгінді бассейніндегі мұнай іздеу жұмыстарының тәжірибесіне 3D көлемді сейсмикалық барлау әдісін кеңінен енгізу картаға түсірілген тұз карниздерінің санының күрт өсуіне әкелді. Тұз карниздері мұнай іздеу жұмыстарына қызығушылық тудырады, өйткені олар көмірсутектердің құрылымдық тұзақтарын қалыптастыру үшін қолайлы жағдайлар жасайды. Мұндай қолайлы жағдайлар кесудің субкарнизальды бөлігінде де, карниздің үстінде де болуы мүмкін екенін ескеру маңызды.

Іздеу-барлау жұмыстарының бағыттарын оңтайлы таңдау және оның заманауи әдістерін қолдану көмірсутектер кен орындарын ашуда қажетті нәтижеге жетудің маңызды шарттарының бірі болып табылады. Иілгіш тұз массаларының қозғалысымен байланысты геологиялық қима учаскелерінің күрделі құрылымы геологиялық және геофизикалық материалдарды (3D сейсмикалық барлау, ГАЗ, ССП, бұрғылау) бірлесіп өңдеудің және түсіндірудің заманауи тәсілдерін пайдалануды талап етеді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: тұзды карниз, тұзды күмбез құрылымы, тұзақ, 2D, 3D сейсмикалық барлау, мұнай-газдылығының болашағы.

FORECAST OF THE DEVELOPMENT OF SALT EAVES IN THE CASPIAN BASIN AND PROSPECTS FROM THE OIL AND GAS INDUSTRY

A.M. OSPANOV¹, Doctoral student, a.ospanov@kstu.kz

Kh.B. ABILKHASIMOV², chief Editor, khairly@mail.ru

F.M. ISATAEVA², PhD, associate Professor, isataeva.farida@gmail.com

¹KARAGANDA TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ABYLKAS SAGINOV,
Republic of Kazakhstan, 100027, Karagandy, Nazarbayev 56

²SCIENTIFIC AND ENGINEERING CENTER "OIL" LLP
OF THE NATIONAL ENGINEERING ACADEMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Bogenbai Batyr St., 80

The article presents the results of the study of salt domes (on the example of the Zhubantam-Zhusalysai square), complicated by cornices, which pose a difficult task for both seismic exploration and other geological and geophysical methods. The widespread introduction of 3D volumetric seismic exploration into the practice of oil exploration in the Caspian sedimentary basin has led to a sharp increase in the number of mapped salt eaves. Salt eaves are of interest in oil exploration, as they create favorable conditions for the formation of structural traps of hydrocarbons. It is important to note that such favorable conditions can occur both in the sub-cornice part of the section and above the cornice.

The optimal choice of exploration directions and the application of modern exploration methods is one of the most important conditions for achieving the desired result in the discovery of hydrocarbon deposits. The complex structure of the sections of the geological section associated with the movement of plastic salt masses requires the use of modern methods of joint processing and interpretation of geological and geophysical materials (3D seismic exploration, GIS, VSP, drilling).

KEY WORDS: Salt cornice, salt dome structure, trap, 2D, 3D seismic exploration, prospects of oil and gas potential.

Введение. Соляные карнизы, широко распространенные по всей территории Прикаспийской впадины, образуются в результате диапиризма на заключительной стадии формирования солянокупольных структур, когда скорость накопления осадков может оказаться меньше скорости движения соли. В такой ситуации начинаются горизонтальные перемещения соляных масс в области дна бассейна или в верхней приповерхностной части разреза. В подкарнизной области за счет оттока соли вблизи ствола купола надсолевые отложения могут изгибаться вниз, образуя благоприятные ловушки для нефти и газа.

Актуальность исследований. Перспективность соляных карнизов, как вероятной ловушки УВ, подтверждена бурением на различных площадях впадины. Современная стратегия успешных поисков и опыт работ в Прикаспийском осадочном бассейне показывает, что важным вопросом на соляных карнизах является учет возможных искривлений ствола скважины при бурении на склоне соляного купола. Однако имеются примеры бурения скважин, когда отклонение (искривление) ствола от вертикали устье-забой достигало порядка 500 м, что является недопустимым при исследовании соляных куполов. Причиной таких отклонений является недостаточная изученность строения подкарнизной ловушки и обоснование прогнозного геологического разреза.

Материалы и методы исследования. В последние годы выполнен ряд работ по анализу и обобщению геологических моделей залежей и перспективных структур, связанных с соляными телами и, в частности, с соляными карнизами. В настоящей статье использованы работы Абилхасимова Х.Б., Матусевича А.В., Матлошинского Г.Н., Урдабаева А.Т. и др. [1-6].

Прогнозирование соляных карнизов в Прикаспийской впадине, как правило, выполняется на основе интерпретации данных сейсморазведки и гравиразведки. При моделировании соленосных отложений на площади Жубантам по данным сейсмических и гравиметрических исследований были выработаны следующие признаки выделения соляных карнизов [1].

- 1) прослеживание в краевой части купола, ниже кровли соли отраженной волны, которую можно интерпретировать как нижнюю кромку карниза,
- 2) слоистое строение разреза под предполагаемой нижней кромкой карниза,
- 3) перерыв прослеживаемости подсолевых горизонтов в краевой части купола, что можно связывать с расфокусировкой отраженных волн нижней кромкой карниза,
- 1) локальный антиклинальный изгиб кровли соли или надсолевых слоев в краевой части свода купола,
- 4) наличие максимума нескомпенсированного гравитационного поля над краевой частью купола, прослеженного сейсморазведкой,
- 5) смещение границы свода соли, прослеженной сейсморазведкой, относительно линии максимальных градиентов гравитационного поля в сторону межкупольной мульды,
- 6) положительная разность глубин в краевой части купола между гравиметрической и сейсмической моделями кровли соли,
- 7) карнизообразный рисунок на разрезе объемного гравитационного поля, выражающийся либо вогнутой в сторону минимума формой нулевой изаномалы, либо наклоном этой изаномалы в сторону минимума,
- 8) смещение нулевой изаномалы на разрезе объемного гравитационного поля во внутреннюю часть соляного купола, выделенного сейсморазведкой.

Соляные карнизы можно считать достаточно достоверными при наличии нескольких из перечисленных признаков, так как по каждому из них задача решается неоднозначно. Например, отражение, напоминающее нижнюю кромку карниза, может быть связано с внутрисолевым пропластком терригенного или ангидритового состава.

Наличие нескольких таких пропластков может сформировать волновое поле, близкое по рисунку к пачке надсолевых отложений, перекрытых соляным карнизом. Максимум нескомпенсированного гравитационного поля может быть обусловлен как неточностью в прослеживании отражений от кровли соли, так и ошибками трассирования зоны потери корреляции отражающего горизонта VI между сейсмическими профилями. Подобными ошибками может быть обусловлено смещение линии максимальных градиентов гравитационного поля относительно границы купола. Эти ошибки интерпретации могут быть устранены по результатам специальной обработки данных сейсморазведки с использованием технологии глубинной миграции до суммирования.

В варианте профильной сейсморазведки 2Д остаются ограничения, связанные с регистрацией боковых отражений и невозможностью их восстановления.

Данные объемной сейсморазведки 3Д свободны от этих недостатков и могут быть использованы для планирования разведочного бурения. В то же время, практика работ в Казахстане выявила существенное ограничение, связанное с малыми размерами

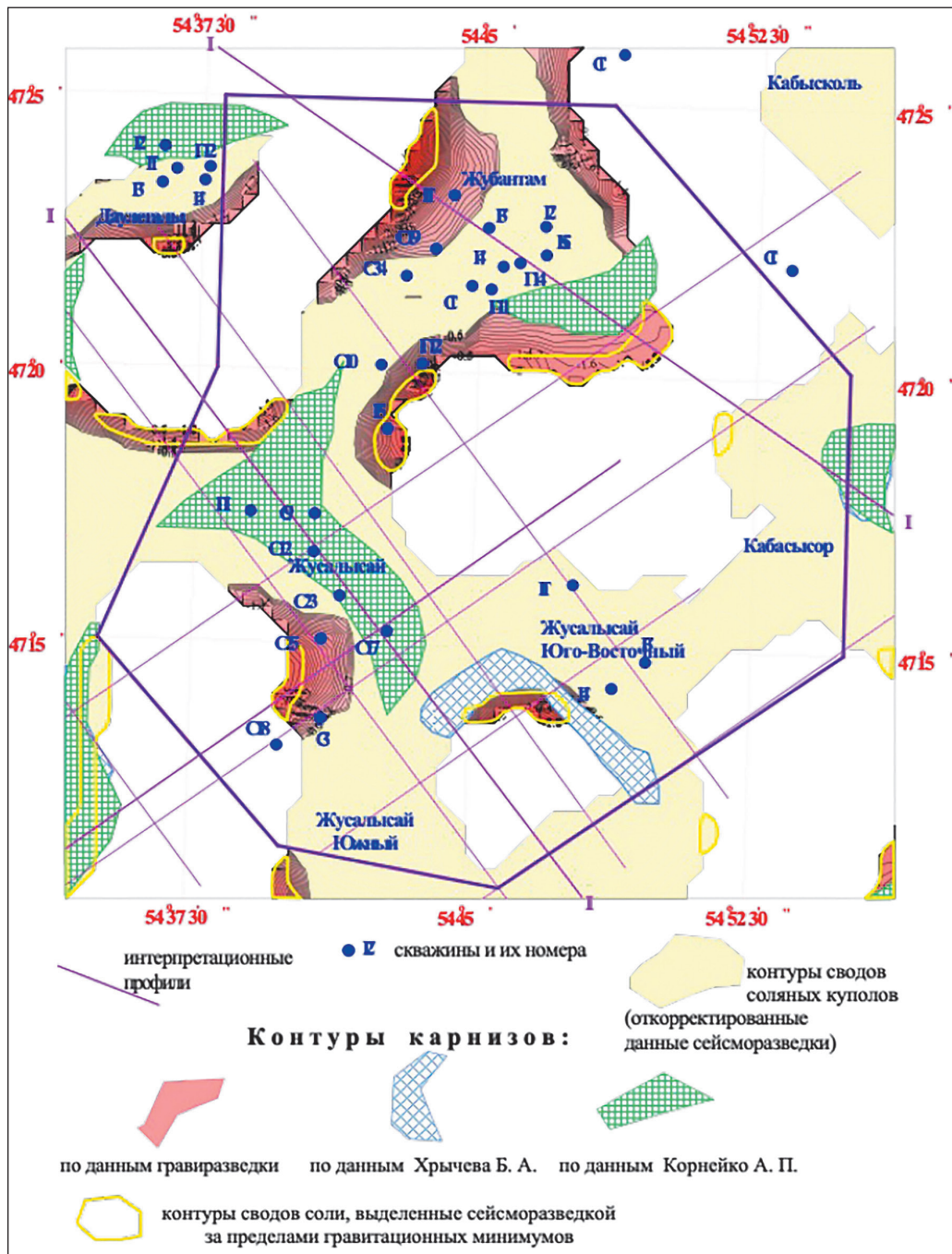
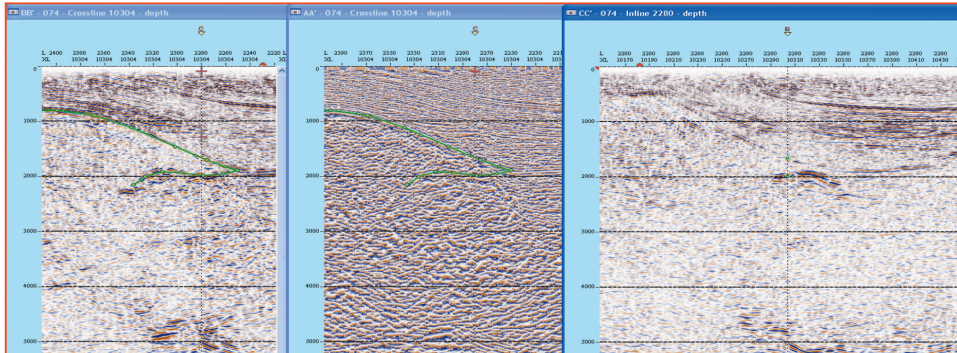
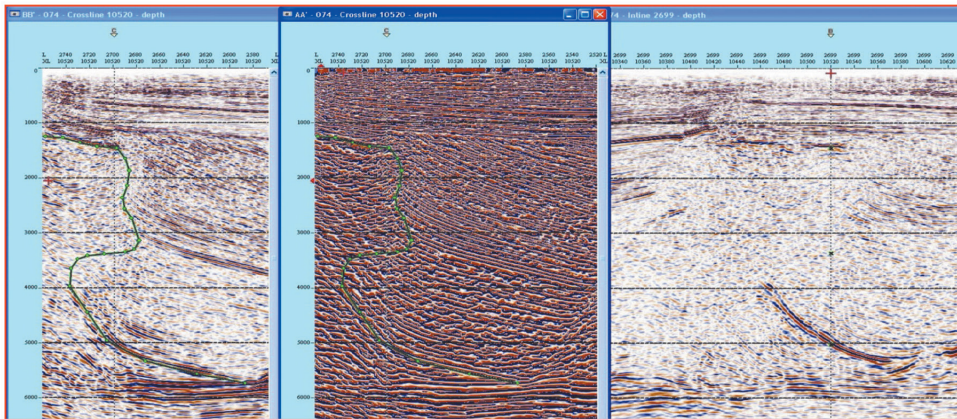


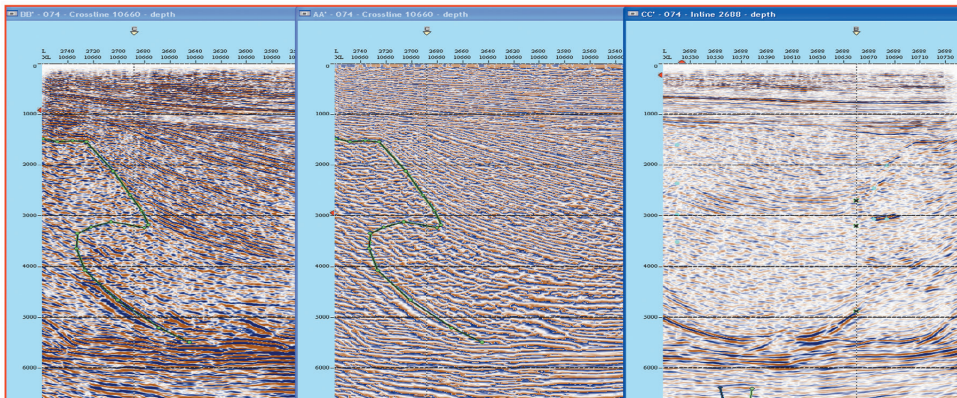
Рисунок 1 – Варианты интерпретации соляных карнизов по данным сейсморазведки 2Д и гравиразведки



а) область №3



б) область №5



в) область №2

Рисунок 2 – Примеры интерпретации данных сейсмозаписки 3Д в области предполагаемого соляного карниза площади Жубантам

контрактных блоков (горных и геологических отводов), зачастую не превышающих 35- 50 км². Такие малые размеры не позволяют получить полнократное суммирование и надежные результаты миграции для подкарнизных ловушек на большей части площади. Результаты сопоставительного анализа гравиметрических и сейсморазведочных данных 3D для выявления наличия карнизов на исследуемой площади Жубантам показывают, что согласно гравиметрическим данным в пределах площади покрытой сейсморазведкой 3D, выделяются пять зон развития структур типа «карниз».

Эти объекты проявляются в виде гравиметрических аномалий и характерного рисунка сейсмической записи. На *рисунке 1-2* приведены карта и разрезы интерпретации соляных карнизов по данным гравиметрии. На них выделены зоны, отмеченные номерами с 1 по 5.

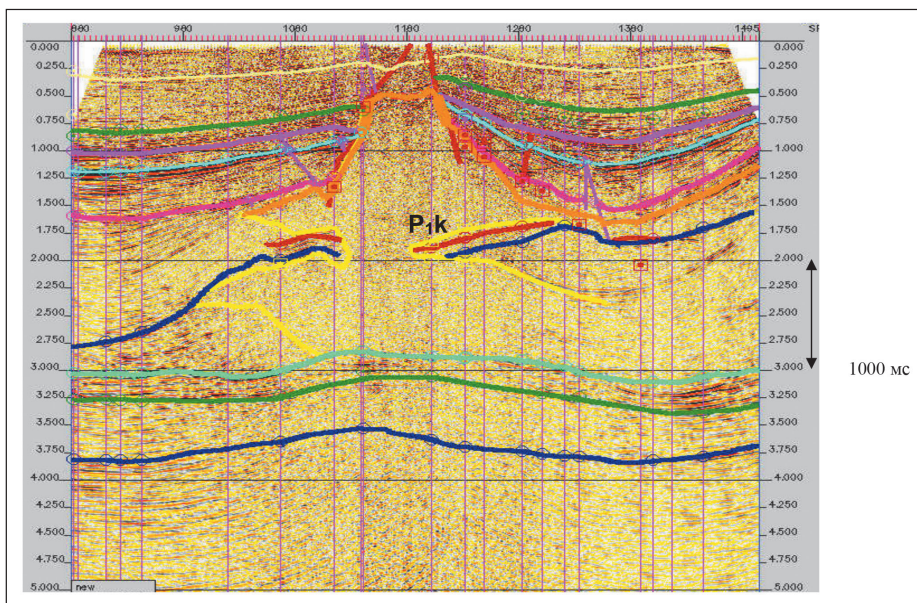


Рисунок 3 – Вариант интерпретации соляного карниза на площади Бакачи к югу от соляного купола Жубантам, профиль 97-07

Результаты и обсуждение. На сейсмических разрезах 3D в областях расположения некоторых аномалий представляется возможным идентифицировать кровлю и подошву карниза.

В результате было установлено, что кроме предполагаемых карнизов имеется большее количество перспективных объектов, связанных с различными соляными телами (покровы, крутые склоны, микро-карнизы и т.п) и являющимися традиционными объектами поиска и разведки.

При моделировании соленосных отложений на базе решения обратной задачи гравиразведки на южном склоне купола **Жусалысай Юго-Восточной**, переходящем на западе в восточный склон купола Жусалысай, локализовался максимум некомпенсированного поля.

Эта аномалия в значительной степени совпадает с соляным карнизом Бакачи, выделенным ранее по сейсмическим материалам (*рисунок 3*).

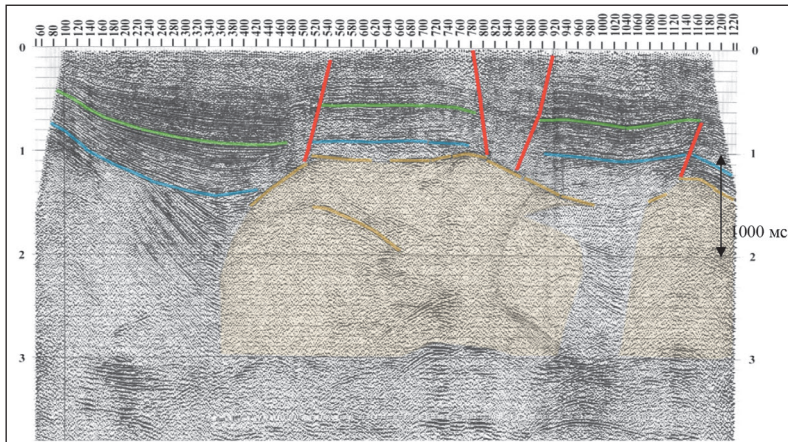


Рисунок 4 – Временной сейсмический разрез 2Д по профилю 87-02-Х (без миграции)

На куполе **Жусалысай** по материалам сейсморазведки 2Д выделен обширный соляной карниз (В.М. Пилифосов, А.П. Корнейко). В соответствии с предложенной моделью строения купола, надсолевые отложения внедряются в тело соли со стороны северо-западной мульды в юго-восточном направлении почти на 10 км. Мощность подкарнизных надсолевых отложений на северо-западе достигает 2.5 км. Правомерность такой интерпретации была основана на профиле 2Д 8702-Х, на котором под отражающим горизонтом VI прослеживается интенсивная волна протяженностью более 5 км, которую вполне можно отождествить с нижней кромкой карниза (рисунок 4).

На том же профиле глубинной после миграции до суммирования (Парадайгм-Данк, 2004 г.) наличие карниза не столь очевидно. Дают наиболее точное изображение геологического разреза (рисунок 5).

Для проверки достоверности интерпретации сейсмических данных была сформирована модель подкарнизных надсолевых отложений и от них вычислено гравитационное поле.

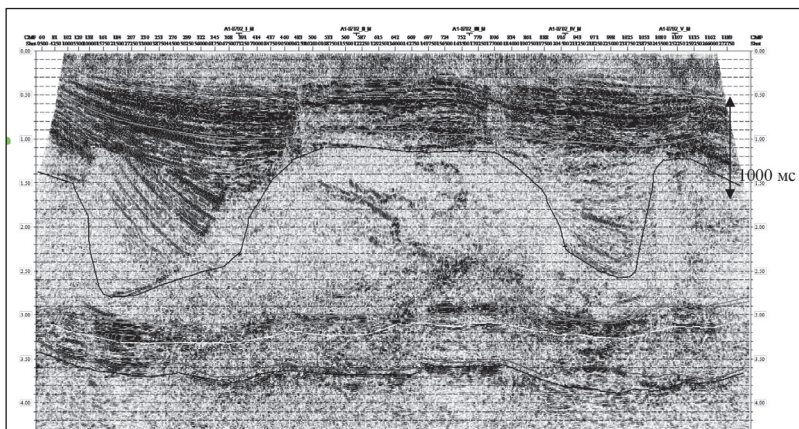


Рисунок 5 – Глубинный сейсмический разрез 2Д по профилю 87-02-Х (после глубинной миграции 2Д, Paradigm-Dank, 2004)

Выполненный анализ позволяет утверждать, что плотность пород, залегающих под отражающим горизонтом, принятым за нижнюю кромку карниза, существенно ниже характерной для пермотриаса плотности – она близка к плотности соленосной толщи Кунгура. По данным бурения скважины П-1 эта толща сложена тонким переслаиванием соли с породами глинистого состава. При отнесении этой толщи к верхнепермскому возрасту существование карниза подтверждается, но подкарнизные отложения такого состава в нефтегазоносном отношении не представляют интереса. В связи с этим рассмотренный предполагаемый карниз из объемной модели исключен.

Небольшой по площади, но достаточно интенсивный максимум некомпенсированного поля (+3.0 мГал) локализован на **западном склоне купола Жусалысай**. Ему соответствует участок увеличения разности глубин соли гравиметрической и сейсмогравиметрической моделей, что связано с наличием соли, закартированной сейсморазведкой за пределами гравитационного минимума.

Поднятия триаса в надсолевом надкарнизном разрезе являются перспективными в нефтяном отношении.

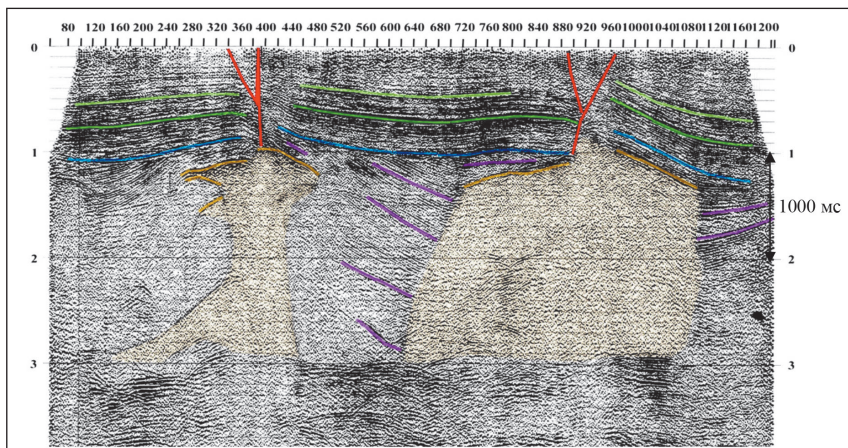


Рисунок 6 – соляной купол Жубантам. Временной сейсмический разрез 2Д по профилю 87-02-ХІ

Поднятие на профиле 203 наблюдается и по подошве юры, но оно существенно смещено на северо-восток. В плане свод поднятия находится на профиле 889002-147, где пробурена скважина Г1, которая относительно триасовой структуры находится не в оптимальном положении. Разрез по профилю 87-8802-ХІ (рисунок 6) дает основание считать, что оптимальная точка может быть расположена северо-западнее.

Наиболее крупная аномалия некомпенсированного поля приурочена к северо-западному склону купола Жубантам. Интенсивность аномалии достигает 4 мГал. На разрезе объёмного гравитационного поля по линии I-I карниз подтверждается формой изаномал вблизи крутого склона. Наиболее интенсивная часть аномалии пересечена сейсмическим профилем 878905-III-г.

Южнее, где предполагаемый соляной карниз резко сужается, пройден профиль 87-8802-ХІ, разрез по которому был представлен ранее. На этом профиле под отражениями от кровли соли выделяется интенсивная волна, которая интерпретиру-

ется нами как нижняя кромка карниза. Мощность соли в краевой части карниза не превышает 0,10 – 0,15 км.

Малая интенсивность аномалии нескомпенсированного поля на этом участке свидетельствует о небольшой мощности подкарнизных надсолевых отложений. На основании этого отраженную волну небольшой интенсивности на временах около 1,5 секунд можно отождествить с поверхностью соли (“вторая” соль).

На **юго-восточном крыле купола Жубантам** сейсморазведкой выделен карниз площадью более 2,0 кв. км. Карниз не отображен максимумом нескомпенсированного гравитационного поля, что можно объяснить небольшой (около 0,5 км) мощностью подкарнизных отложений, которые залегают на глубине около 3,0 км. На этом участке по северо-восточной и южной границам купола прослежена узкая зона соли, выходящая за пределы линии максимальных градиентов гравитационного поля.

Этой зоне на участке сочленения куполов **Жубантам** и **Жусалысай** соответствует аномалия нескомпенсированного поля, пересеченная уже упоминавшимся профилем 878802-ХI. По-видимому, разрез соли по этому профилю имеет грибовидную форму, что подтверждается разрезом объемного гравитационного поля и не противоречит волновому полю. На основании вышесказанного, на юго-восточном крыле купола Жубантам оконтурен предполагаемый соляной карниз с учетом сейсмических и гравиметрических данных.

Подсолевые отложения в южной части Восточной подзоны зоны прорванных куполов (Пилифосов В.М., Матусевич А.В., 2002 г.) плавно погружаются в северо-западном направлении. Непосредственно на участке Жубантам они на глубине около 5,5 км выполаживаются, образуя ступень, осложненную тремя поднятиями Жусалысай, Жубантам и Кабасысор.

Купол Жубантам расположен в северной части площади. Минимальная глубина залегания соли в своде купола приближается к 0,5 км. Свод соли имеет форму равностороннего треугольника с вершиной, направленной на север, где узким перешейком купол Жубантам соединяется с куполом Карамурат (за пределами площади). Северо-западное и юго-восточное крылья купола осложнены соляными карнизами.

Надсолевые отложения купола Жубантам трехлучевым грабеном разделены на западное, северо-восточное и южное крылья, сложенные с поверхности меловыми отложениями. В своде приподнятого западного крыла закартированы отложения неокома. Наиболее опущенным является южное крыло, к которому приурочены залежи нефти в отложениях баррема и готерива. На юго-западе купол Жубантам соляным перешейком, залегающем на глубине 1,5 – 1,8 км, соединяется с куполом Жусалысай. Мульды, примыкающие к куполу с северо-запада, северо-востока и юга частично бессолевы.

Купол Жусалысай по кровле соли представляет собой линейно вытянутое в меридиональном направлении поднятие, оконтуренное изогипсой –1,1 км. В его южной части локализуется изометричный свод, с глубиной соли менее 0,5 км. Этот свод не вполне обоснованно рассматривается как самостоятельный купол Жусалысай Южный. Западный крутой уступ соли осложнен карнизом. Здесь к куполу примыкает бессолевая мульда. На севере простираение соли с меридионального меняется на северо-западное, и к куполу Жусалысай примыкают два перешейка –

северный, соединяющий его с куполом Жубантам, и западный, переходящий за пределами участка в купол Сарнияз Северный. В северной части перешейков соль погружается до глубины более 2,0 км и далее круто обрывается в сторону бессолевого мульды.

Кровля юрских отложений в средней части этой мульды погружается до глубины 1,0 км. В пределах этой мульды по отражающему горизонту Ша (подошва верхнеюрских отложений) сейсморазведкой выделены зоны выклинивания, приуроченные к периферии куполов Сарнияз Сев. и Даулеталы. На солянокупольной структуре Даулеталы в глубоких скважинах Г-1 и Г-21 установлено нефтепроявление в неоконских отложениях, что позволяет считать зоны выклинивания верхней юры перспективными в нефтепоисковом отношении.

Надсолевые отложения структуры Жусалысай узким протяженным грабеном разделены на западное и восточное крылья. Восточное приподнятое крыло нарушено субширотными сбросами. В своде южного, наиболее приподнятого, блока (Жусалысай Южный) на поверхность выведены среднеюрские отложения, а в северном блоке – породы неокома. На юге этот блок ограничен протяженным сбросом, который на востоке проходит по сводовой части купола Жусалысай Юго-Восточный.

Купол Жусалысай Юго-Восточный по кровле соли представляет собой малоамплитудное изометричное поднятие, оконтуренное изогипсой –1,2 км в пределах протяженного соляного перешейка, соединяющего купола Жусалысай и Кабасысор. На юге перешеек ограничен небольшой по площади, но глубокой мульдой. Здесь склон соли осложнен карнизом. Отметим, что интерпретация сейсмических разрезов в пределах мульды недостаточно однозначна. Есть вероятность, что мульда полностью перекрыта тонким слоем соли (возможно, переотложенной). В связи с глубоким залеганием соли в своде купола Жусалысай Юго-Восточный, эта структура на геологической карте не нашла четкого отображения, она проявляется лишь упомянутым выше малоамплитудным сбросом, нарушившим отложения кампанского яруса верхнего мела, представленных переслаиванием глин и мергелей.

Купол Кабасысор расположен у восточной границы участка, в пределах меридиональной соляной гряды Кабасысор – Кабысколь. Купол локализовался в южной части этой гряды на глубине 0,5 – 0,8 км в виде изометричного свода. По южному крутому уступу соли к куполу примыкает бессолевая мульда. Субширотным грабеном надсолевые отложения разделены на два крыла. В своде южного приподнятого крыла закартированы юрские отложения. По подошве неокома это крыло на юге оконтуривается изогипсой – 0.6 км, примыкающей к сбросам.

Перпендикулярно грабену купола Кабасысор закартирован сброс, простирающийся в северном направлении до купола Кабысколь (за пределами участка). Этим сбросом и грабеном ограничено северо-восточное крыло купола Кабасысор.

Строение предполагаемого карниза отображается структурными картами по кровле соли (горизонт VI) и подошве карниза (горизонт VI-oh). Строение возможного коллектора в подкарнизной части отображается картой условного сейсмического горизонта РТ-1. Его прослеживание возможно на ограниченных участках, поскольку наличие такой сложной геометрической структуры, как соляной карниз,

залегающей непосредственно над ними, существенно влияет на качество сейсмической записи.

Результаты интерпретации сейсмических данных 3Д в зонах возможного залегания соляных карнизов на площади Жубантам-Жусальсай приведены ниже.

На *рисунке 7* приведена карта объектов, которые могут рассматриваться как возможные ловушки, сформированные соляными карнизами.

Ниже, на *рисунках 8-11* приведены по два взаимно пересекающихся сейсмических разреза куба глубин, иллюстрирующие эти объекты.

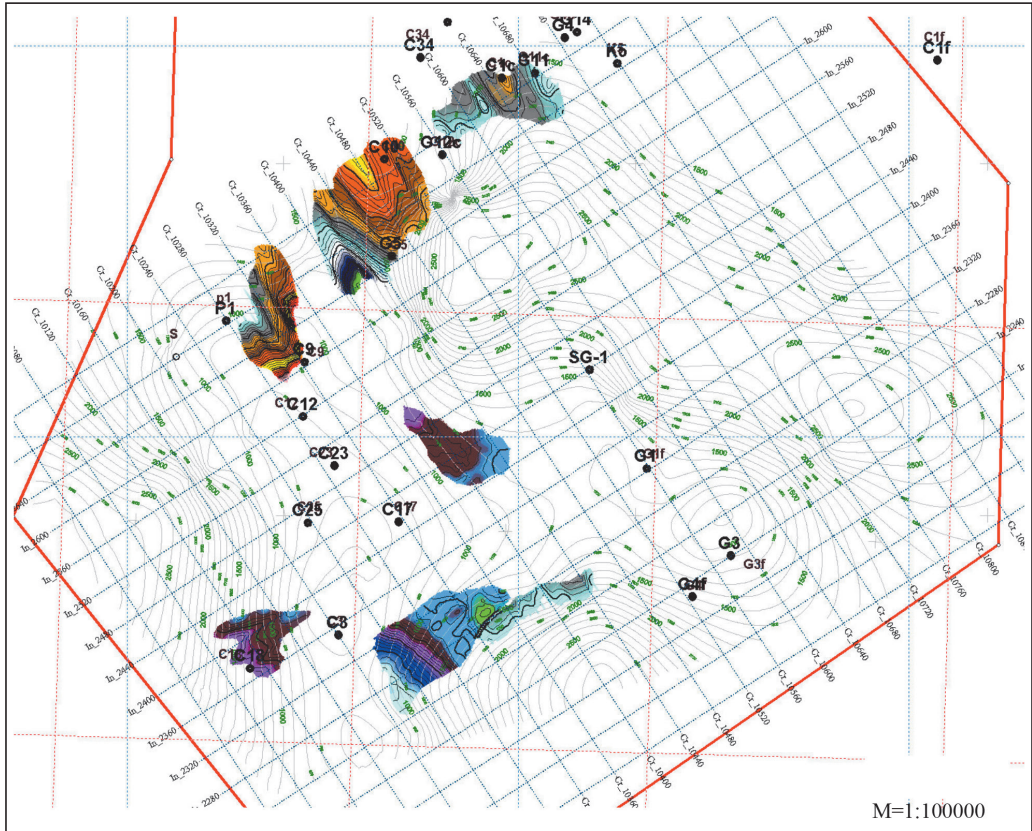


Рисунок 7 – Схема расположения объектов в зонах возможного залегания соляных карнизов на площади Жубантам- Жусальсай

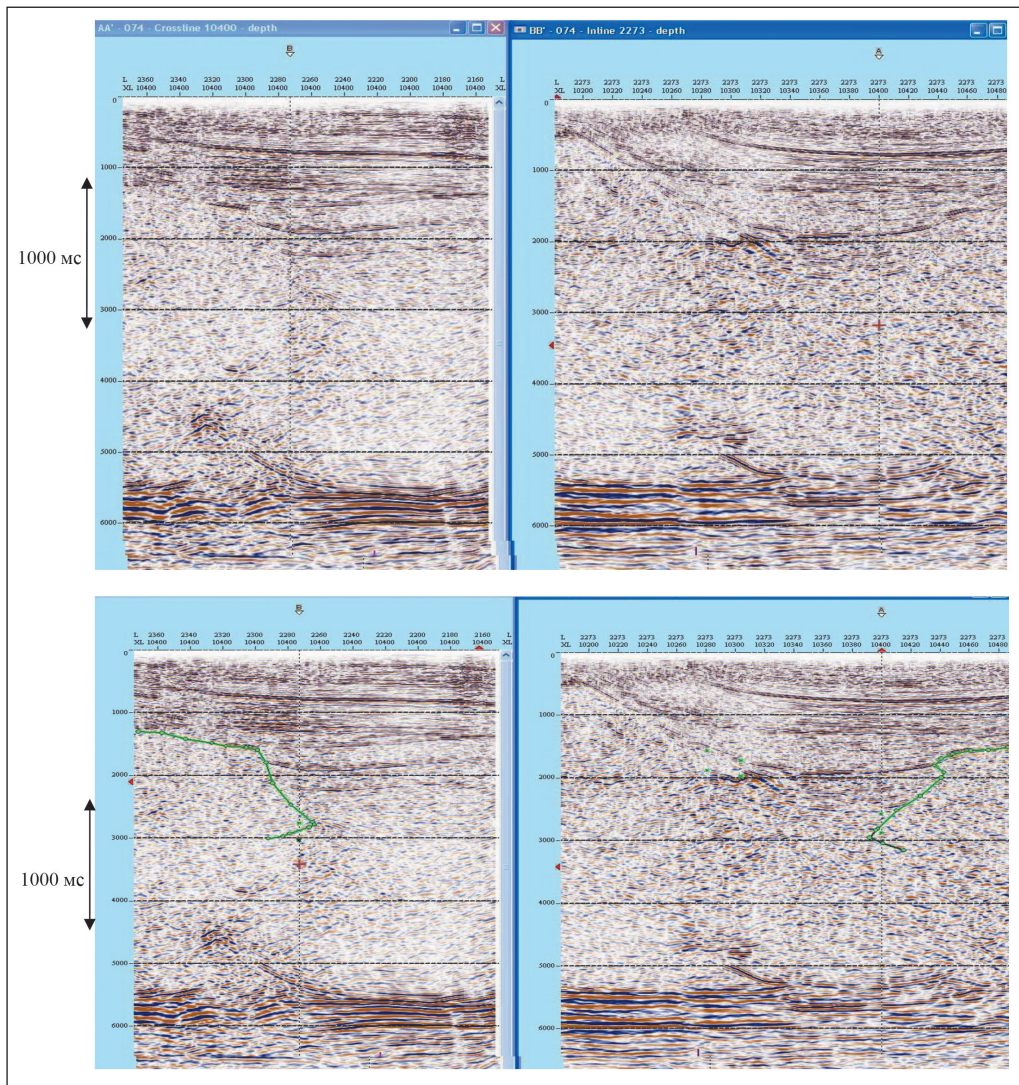


Рисунок 8 – Примеры интерпретации данных сейсморазведки 3Д в возможные залегания соляных карнизов в южной части площади Профили Cross-line 10400, In-line 2273. Положение профилей показано на карте-врезке, верхний профиль – без интерпретации

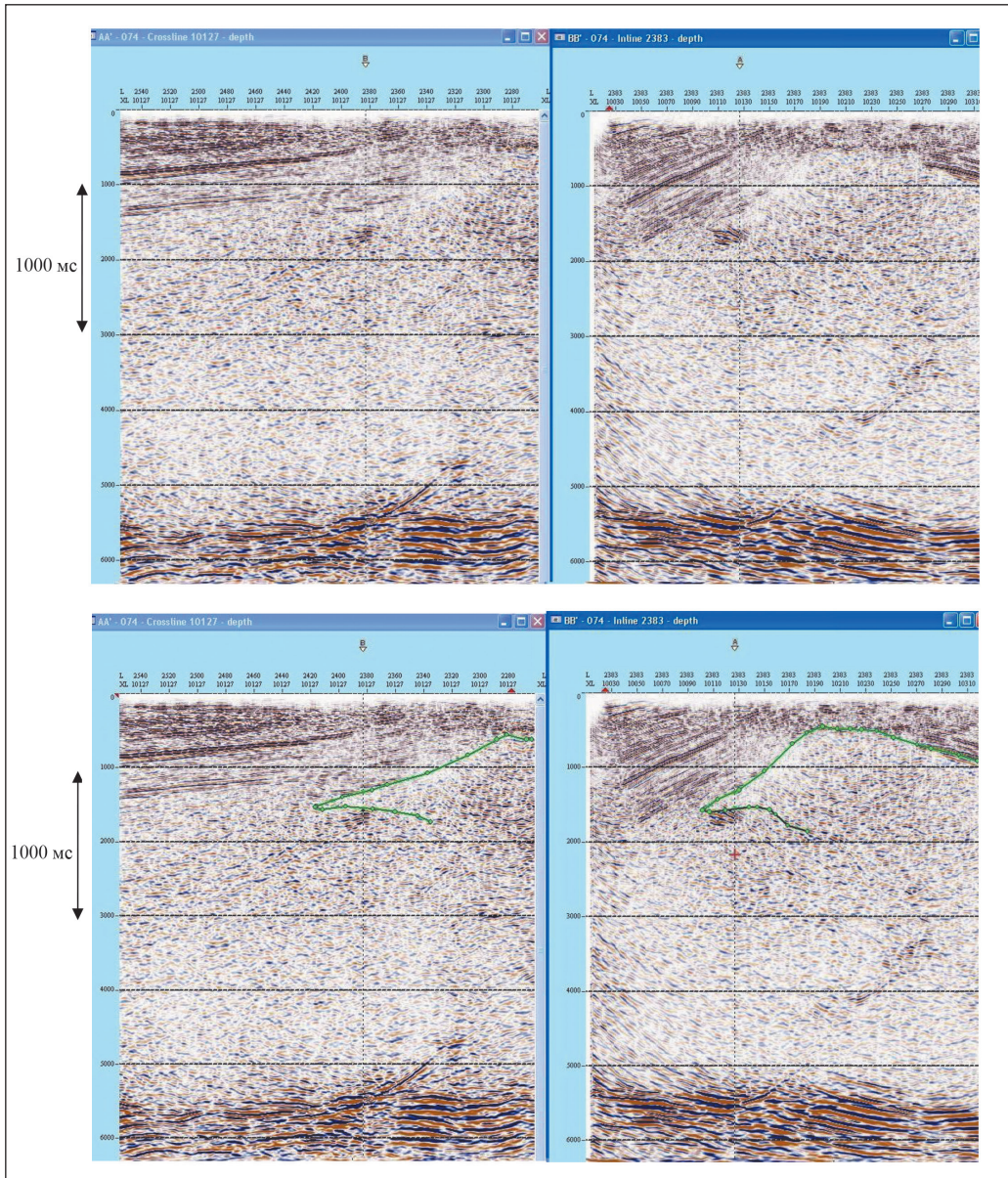


Рисунок 9 – Примеры интерпретации данных сейсморазведки 3Д в возможные залегания соляных карнизов в юго- западной части площади. Профили Cross-line 10127, In-line 2383. Положение профилей показано на карте-врезке, верхний профиль – без интерпретации

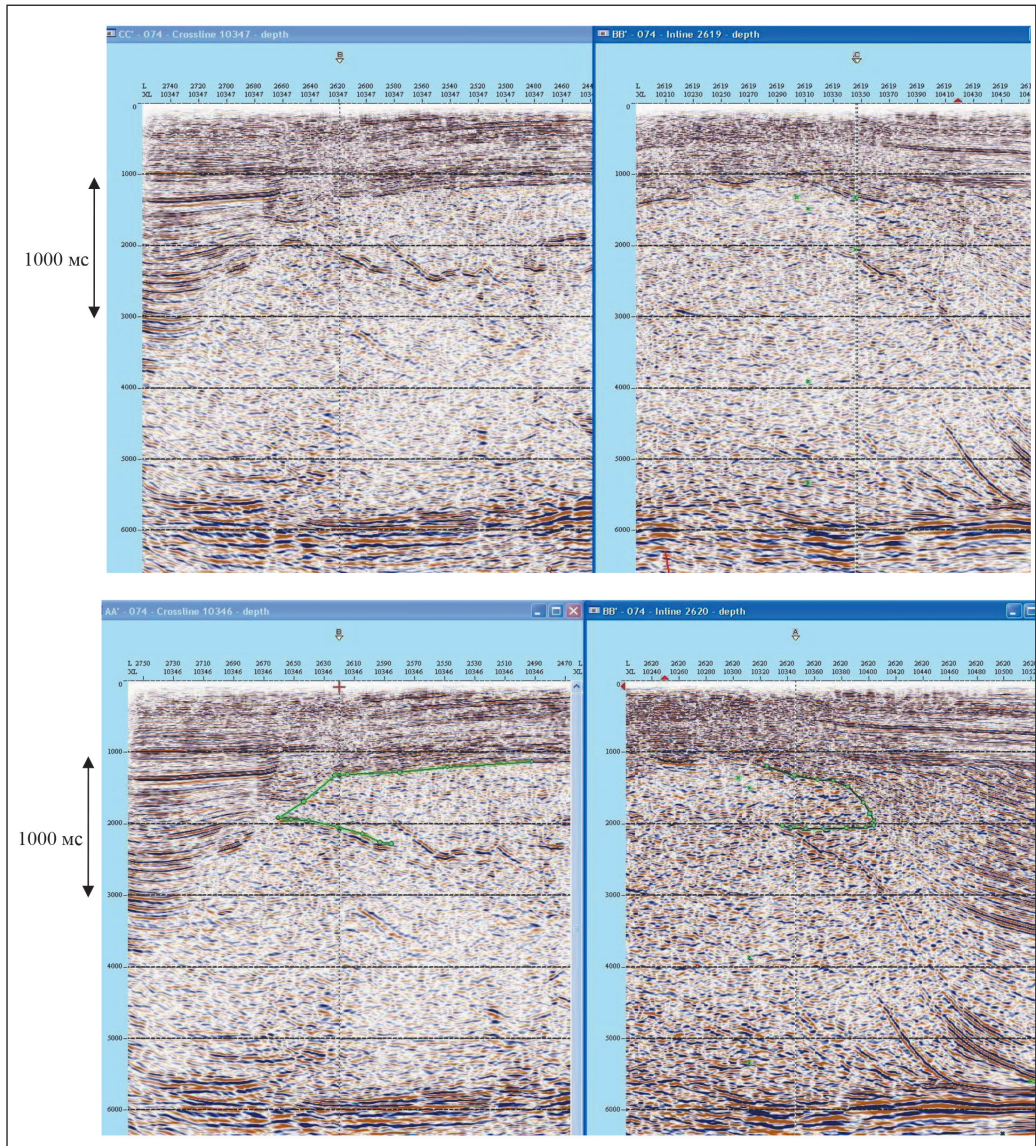


Рисунок 10 – Примеры интерпретации данных сейсморазведки 3Д в возможные залегания соляных карнизов в северо-западной части площади. Профили Cross-line 10346, In-line 2620. Положение профилей показано на карте-врезке, верхний профиль – без интерпретации

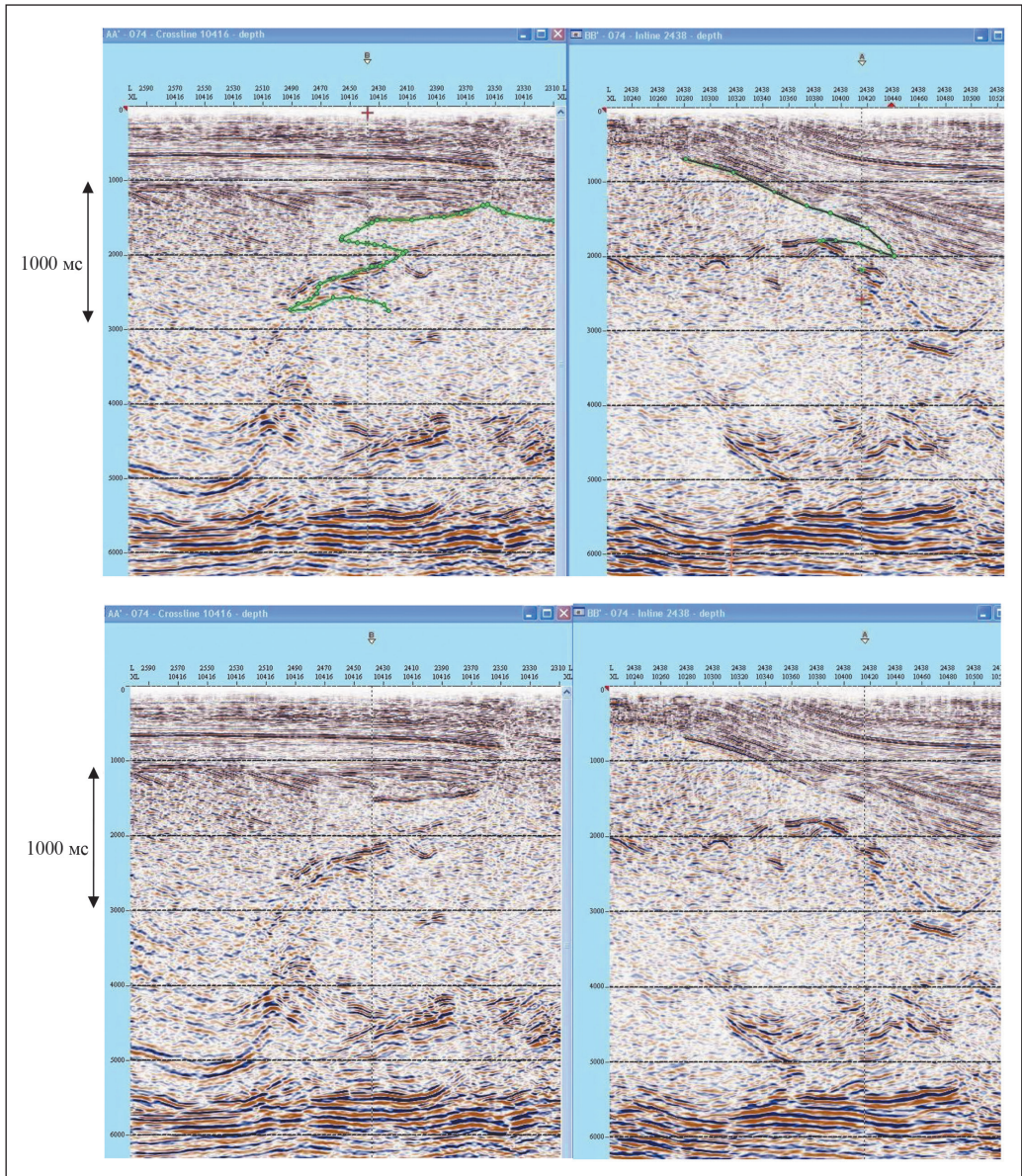


Рисунок 11 – Примеры интерпретации данных сейсморазведки 3Д в возможные залегания соляных карнизов в северо- западной части площади. Профили Cross-line 10416, In-line 2438. Положение профилей показано на карте-врезке, верхний профиль – без интерпретации

Результаты интерпретации подтверждают возможность выявления соляных карнизов по данным сейсморазведки 3Д на примере площади Жусалысай-Жубантам. Риски разведочного бурения для такого вида объектов определяются наличием и качеством коллекторов в подкарнизной части ловушки и наличием путей миграции УВ из нижележащих нефтематеринских пород.

Качество соляной покрышки, как правило, серьезных опасений не вызывает, что подтверждено бурением на многих площадях Прикаспийского осадочного бассейна. Наличие путей миграции углеводородов в подкарнизную ловушку связано с наличием «безсолевого окна» в межкупольной мульде и тектонических нарушений в подсолевой толще.

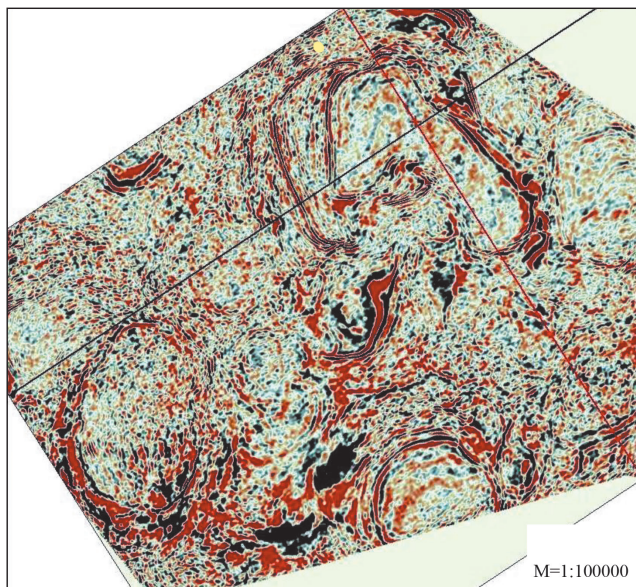


Рисунок 12 – Срез глубинного куба 3Д на глубине 5400 м. Отмечен контур «безсолевого окна» на указанной глубине

Основное «безсолевое окно» отмечается в северной части площади, покрытия съемкой 3Д (рисунок 12). Другое «окно» может располагаться в южной части площади, хотя его картирование и определения потенциала невозможно ввиду отсутствия покрытия сейсморазведкой 3Д. Оба эти окна имеют важное значение для оценки перспективности как подкарнизных объектов, так и надсолевых ловушек структурного и стратиграфического типов.

Ниже приведены комбинированные карты «безсолевого окна» и различных перспективных объектов (рисунок 13-16).

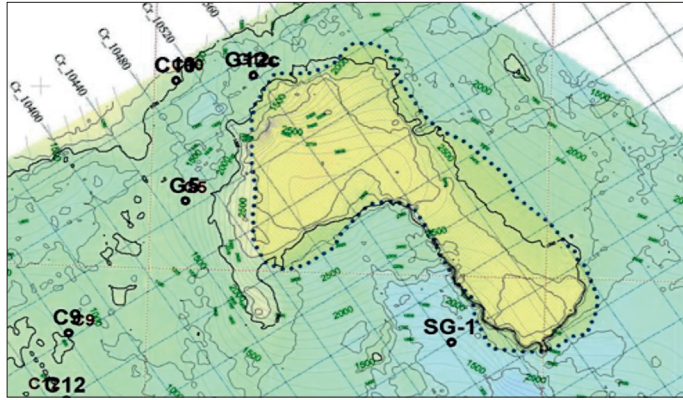


Рисунок 13 – Совмещенная карта мощности осадков ниже-пермского в верхах юрского комплекса и «безсолевого окна». «Безсолевое окно» – обведено пунктирной линией

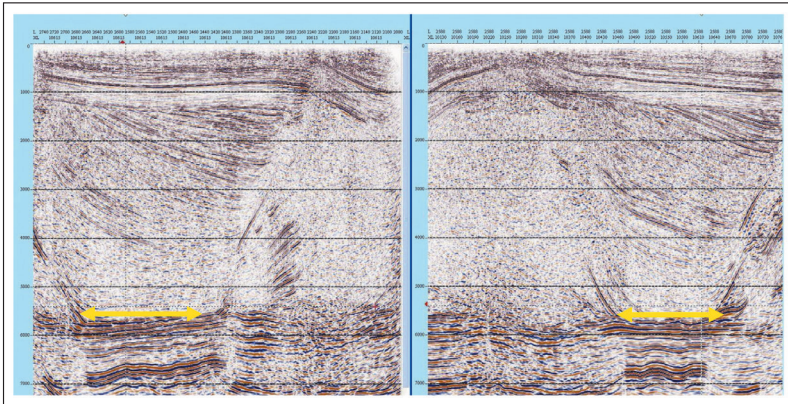


Рисунок 14 – Вертикальные срезы глубинного куба 3Д по линиям. Cross-line 10615, In-line 2588. Положение профилей показано на рисунке 13. Стрелками отмечено положение «безсолевого окна»

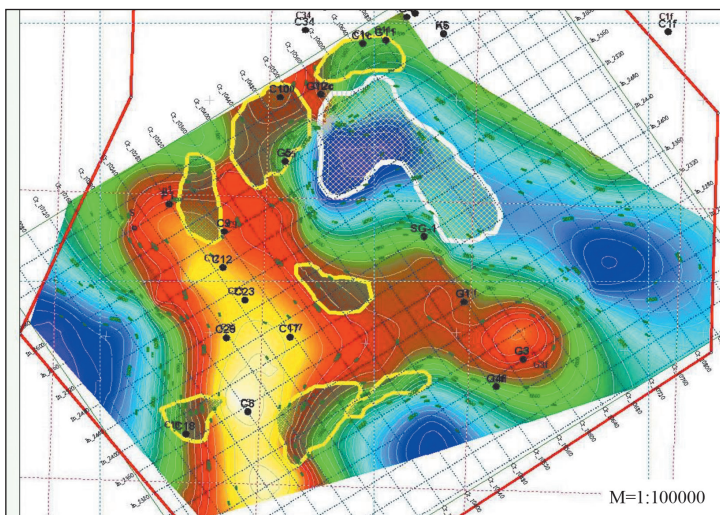


Рисунок 15 – Комбинированная карта расположения возможных подкарнизных ловушек (желтые контуры), «безсолевого окна» (белый контур) и структурная карта кровли соли

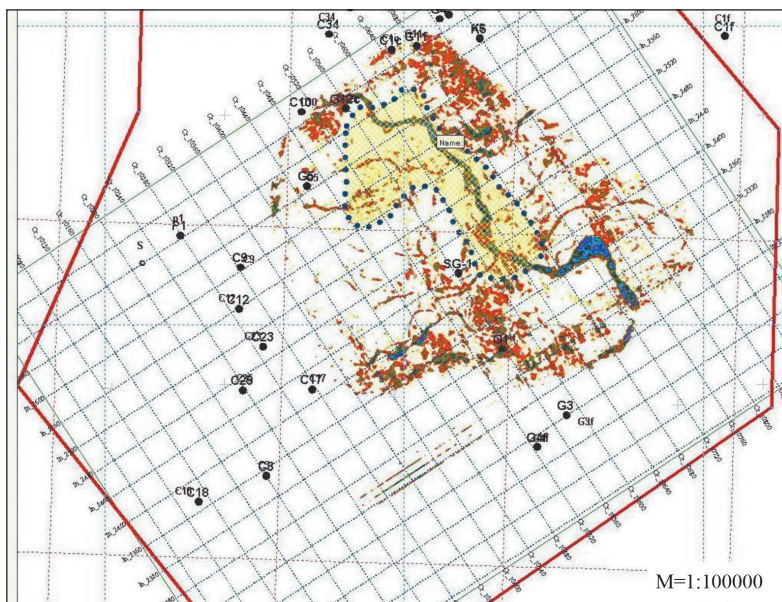


Рисунок 16 – Совмещенная карта предполагаемого палео-русла в верхах юрского комплекса и «безсолевого окна». «Безсолевое окно» – (желтая область)

Заключение и выводы. Качество коллекторов в подкарнизной части ловушки зависит от типа верхнепермских осадков, попавших в подкарнизную часть ловушки в ходе ее формирования и является одним из основных факторов риска.

Уфимский ярус, самый нижележащий в верхней перми, характеризуется лагунно-прибрежными морскими условиями осадконакопления и представлен известковистыми песчаниками и глинистыми отложениями.

Условия осадконакоплений продолжительного морского цикла, начавшегося в раннем палеозое, в уфимское время сменились на аллювиальные, флювиально-озерные и флювиальные. В казанский период, в пределах Прикаспийского осадочного бассейна, началось накопление красноцветных отложений. Для казанских формаций характерны, преимущественно, красноцветные аргиллиты и переотложившаяся соль. В отложениях татарского яруса отмечается увеличение содержания крупно-обломочных отложений. В красноцветных разностях преобладают флювиальные отложения песчаников русел рек с хорошими коллекторскими свойствами.

Для решения этого вопроса необходимо проводить палеореконострукции условий осадконакопления и дополнительные работы по прогнозированию литологии разреза и коллекторов основанной на технологии «Сейсмическая инверсия». При этом рассчитывается куб акустического импеданса и преобразование его в параметры пористости [6].

Таким образом, стратегия успешных поисков месторождений нефти и газа в Прикаспийской впадине должна заключаться с одной стороны в поисках бессолевых окон и выявлении вероятных путей и направлений миграции УВ, чтобы знать, где нефть может локализоваться. С другой стороны – в поисках на этих путях ловушек самого разного типа и оценки их вероятного характера насыщения на основе всего

мощного современного комплекса динамической интерпретации интегрированных данных сейсморазведки 2Д/3Д и скважинных данных [5].

Рекомендации. Углеводородный потенциал залежей, связанных с микрокарнизми, изучен мало и требует дополнительного изучения. Основным методом, который может дать надежную информацию о структуре и коллекторских свойствах пород в ловушке является сейсморазведка 3Д.

Ключевую роль здесь играет технология глубинной миграции, которая позволяет восстанавливать геометрию геологического разреза на сейсмических данных и, в сочетании с методами анализа атрибутов и сейсмической инверсии, прогнозировать литологический состав пород в изучаемых объектах.

Анализ разрезов модели соленосной толщи и объемного гравитационного поля совместно с сейсмическими разрезами является важнейшей частью заключительного этапа комплексной интерпретации гравиметрических и сейсмических данных [6].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Матусевич А.В. Гравиразведка Прикаспийской впадины. – Ливны: Мухаметов Г.В., 2013. –176 с. [Matusevich A.V. Gravirazvedka Prikaspijskoj vpadiny. – Livny: Muhametov G.V, 2013. –176 s.]
- 2 Абилхасимов Х.Б., Битеуова С.А. Особенности условий седиментации надсолевых отложений юго-востока Прикаспийской синеклизы. «Геология и охрана недр» // КазГЕО. – 2004. – №2. – С. 28-34. [2. Abilhasimov H.B., Biteuova S.A. Osobennosti uslovij sedimentacii nadsoleyevykh otlozhenij yugo-vostoka Prikaspijskoj sineklizy. «Geologiya i ohrana nedr» // KazGEO. – 2004. – №2. – S. 28-34.]
- 3 Абилхасимов Х.Б. Особенности соляного тектогенеза Прикаспийской синеклизы. Проблемы и перспективы развития нефтяной промышленности Казахстана / Материалы международной научно-практической конференции. – Алматы, 2005. – 503 с. [Abilhasimov H.B. Osobennosti solyanogo tektogeneza Prikaspijskoj sineklizy. Problemy i perspektivy razvitiya neftyanoj promyshlennosti Kazahstana / Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Almaty, 2005. – 503 s.]
- 4 Абилхасимов Х.Б., Битеуова С.А. Особенности условий седиментации надсолевых отложений юго-востока Прикаспийской впадины // Научно-технический вестник «Каротажник». – 2005. - №12-13. - С. 83-87. [Abilhasimov H.B., Biteuova S.A. Osobennosti uslovij sedimentacii nadsoleyevykh otlozhenij yugo-vostoka Prikaspijskoj vpadiny // Nauchno-tehnicheskij vestnik «Karotazhnik». – 2005. - №12-13. - S. 83-87.]
- 5 Матлошинский Н.Г., Адилбеков К.А. Углеводородные системы – основа стратегии успешных поисков месторождений нефти и газа (на примере Прикаспийской впадины) // Нефть и газ. – 2019. – №4. – С. 32-46. [Matloshinskij N.G., Adilbekov K.A. Uglevodorodnye sistemy – osnova strategii uspešnykh poiskov mestorozhdenij nefti i gaza (na primere Prikaspijskoj vpadiny) // Neft' i gaz. – 2019. – №4. – S. 32-46.]
- 6 Матусевич А.В., Урдабаев А.Т., Атуов Р.К. Инновационная технология моделирования солянокупольных структур Прикаспийской впадины // Прикаспийская впадина: актуальные проблемы геологии и нефтегазоносности. Тр. ОНГК. – Вып.1. Под ред.: Б.М. Куандыкова, К.М. Таскинбаева, М.С. Трохименко. – Атырау, 2012. – С. 292–302. [Matusevich A.V., Urdabaev A.T., Atuov R.K. Innovacionnaya tekhnologiya modelirovaniya solyanokupol'nyh struktur Prikaspijskoj vpadiny // Prikaspijskaya vpadina: aktual'nye problemy geologii i neftegazonosnosti. Tr. ONGK. – Vyp.1. Pod red.: B.M. Kuandykova, K.M. Taskinbaeva, M.S. Trohimenko. – Atyrau, 2012. – S. 292–302.]