

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ



НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА – XXI ВЕК

Материалы Всероссийской научной конференции
с участием иностранных ученых, посвященной
150-летию академика АН СССР И.М. Губкина и
110-летию академика АН СССР и РАН А.А. Трофимука



ИНГГ
СО РАН

N* Новосибирский
государственный
университет
*НАСТОЯЩАЯ НАУКА

14-15 сентября 2021 г., Новосибирск, Россия

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ

ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ИМ. А. А. ТРОФИМУКА
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА – XXI ВЕК

Материалы Всероссийской научной конференции
с участием иностранных ученых, посвященной
150-летию академика АН СССР И. М. Губкина
и 110-летию академика АН СССР и РАН А. А. Трофимука

г. Новосибирск, 14–15 сентября 2021 г.

Новосибирск
2021

УДК 55:550.8+338.012(063)

ББК И36я431

Н766

Программный комитет конференции

Сопредседатели:

акад. РАН *А. Э. Конторович*, чл.-корр. РАН *В. А. Каширцев*

Члены программного комитета:

акад. РАН *В. А. Верниковский*, чл.-корр. РАН *В. Н. Глинских*, д-р техн. наук *И. Н. Ельцов*,
чл.-корр. РАН *В. А. Конторович*, канд. геол.-минерал. наук *П. Н. Мельников*,
канд. геол.-минерал. наук *Т. М. Парфенова*, д-р геол.-минерал. наук *А. В. Ступакова*,
акад. РАН *М. П. Федорук*, чл.-корр. РАН *Б. Н. Шурыгин*, акад. РАН *М. И. Эпов*

Организационный комитет:

Председатель: д-р техн. наук *И. Н. Ельцов*

Зам. председателя: канд. геол.-минерал. наук *Т. М. Парфенова*

Секретарь: канд. геол.-минерал. наук *М. А. Фомин*

Члены организационного комитета:

д-р геол.-минерал. наук *Л. М. Буриштейн*, д-р геол.-минерал. наук *Д. В. Гражданкин*,
канд. геол.-минерал. наук *В. Д. Ермиков*, чл.-корр. РАН *И. Ю. Кулаков*, д-р геол.-минерал. наук *О. Е. Лепокурова*,
д-р геол.-минерал. наук *Д. В. Метелкин*, д-р геол.-минерал. наук *Б. Л. Никитенко*,
канд. геол.-минерал. наук *М. В. Соловьев*, д-р экон. наук *И. В. Филимонова*

Н766 Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа — XXI век: Материалы Всерос. науч. конф. с участием иностранных ученых, посв. 150-летию акад. АН СССР *И. М. Губкина* и 110-летию акад. АН СССР и РАН *А. А. Трофимука* / Ин-т нефтегаз. геологии и геофизики им. *А. А. Трофимука* СО РАН; Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2021. — 276 с.

ISBN 978-5-4437-1248-2

Сборник содержит материалы докладов, представленных на Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых «Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа — XXI век», посвященной 150-летию академика АН СССР *И. М. Губкина* и 110-летию академика АН СССР и РАН *А. А. Трофимука* (Новосибирск, Россия, 14–15 сентября 2021 г.).

Открывает сборник письмо-приветствие президента РАН академика *А. М. Сергеева* и статья академика *А. Э. Конторовича*, в которой детально рассмотрен вклад в развитие нефтегазового комплекса Советского Союза и России двух выдающихся геологов-нефтяников XX века, академиков *И. М. Губкина* и *А. А. Трофимука*.

В докладах отражены современные теоретические и практические проблемы геологии нефти и газа. Внимание уделено вопросам общей и региональной геологии нефтегазоносных осадочных бассейнов, решению актуальных задач тектоники, седиментологии, литологии, палеогеографии, геохимии, стратиграфии и палеонтологии.

В публикациях обсуждаются новые результаты исследований в области органической геохимии и литологии черносланцевых комплексов, геохимии нефтей, гидрогеологии и гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов, углеводородного потенциала недр России и Беларуси. Серия работ посвящена моделированию нефтегазообразования в осадочных отложениях Сибири, методам компьютерного моделирования геологических процессов, оценке ресурсов и выявлению закономерностей размещения месторождений углеводородов.

В сборник включены доклады, направленные на обсуждение проблем экономики и экологии нефтегазовой отрасли. В ряде докладов представлены результаты изучения фильтрационных свойств обогатенных и обедненных органическим веществом пород, геофизических исследований скважин, новые геофизические методы поисков углеводородов.

Материалы конференции представляют интерес для специалистов-геологов широкого профиля, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области наук о Земле.

УДК 55:550.8+338.012(063)

ББК И36я431

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. *А. А. Трофимука* СО РАН, 2021

© Новосибирский государственный
университет, 2021

ISBN 978-5-4437-1248-2

СТРУКТУРА ПОДСОЛЕВЫХ СЛОЕВ ПО ДАННЫМ ДЕТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ В СЕВЕРНОМ ПРИКАСПИИ

В. В. Лапковский¹, Б. В. Лунёв¹, М. П. Антипов², Ю. А. Волож², Ю. А. Писаренко³

¹ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука, Новосибирск*

² *Геологический институт, Москва*

³ *Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики, Саратов*

Аннотация. Наличие детально разбуренного участка в Северном Прикаспии позволяет построить его объемную структурно-стратиграфическую модель, опираясь только на скважинные данные, без привлечения результатов интерпретации сейсморазведки и каких бы то ни было предположений и теоретических представлений. Существенно, что на данном участке развит соляной диапиризм, с которым связаны интерсивные деформации надсолевых и, возможно, подсолевых отложений.

Ключевые слова: галокинез, численное моделирование, нефтегазоносность, Прикаспий, Астраханский свод

STRUCTURE OF SUBSALT LAYERS ACCORDING TO DETAILED DRILLING DATA IN THE NORTHERN CASPIAN

V. Lapkovsky¹, B. Lunev¹, M. Antipov², Yu. Volozh², Yu. Pisarenko³

¹ *Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Novosibirsk*

² *Geological Institute, Moscow*

³ *Nizhne-Volzhsky Research Institute of Geology and Geophysics, Saratov*

Annotation. The presence of a well-drilled area in the Northern Caspian region makes it possible to build its three-dimensional structural-stratigraphic model, relying only on well data, without involving the results of seismic interpretation and any assumptions and theoretical concepts. It is significant that salt diapirism is developed in this area, which is associated with intersive deformations of the suprasalt and, possibly, subsalt layers.

Key words: halokinesis, numerical modeling, oil and gas potential, Caspian region, Astrakhan arch

По результатам моделирования, образование инверсионных складок обусловлено деформацией вещества под солями, индуцируемой самим всплыванием низкоплотных соляных масс.

Феномен инверсионной складчатости в подсолевых отложениях требует убедительного подтверждения (или опровержения), поскольку с этими отложениями связывают основные перспективы обнаружения крупных и гигантских месторождений углеводородов, которые контролируются морфологией слоев этого комплекса. Наиболее достоверные выводы можно получить, опираясь только на данные детального бурения. К счастью, такие данные имеются.

Для одного из участков Астраханского свода нам были предоставлены результаты интерпретации каротажа 249 скважин, в которых для разных стратиграфических уровней выделено почти 3000 пластопересечений в надсолевых, солевых и подсолевых толщах. Эти данные послужили основой для построения трехмерной модели объекта.

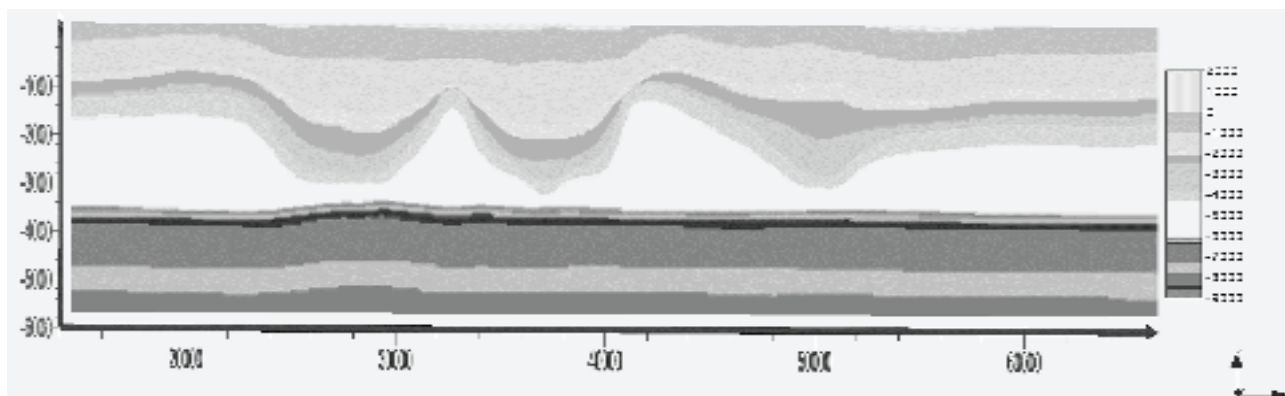
При построении модели мы использовали метод, который при работе с осадочными комплексами платформенных областей не применяется. Принятым подходом является создание образов геологических границ как функций двух переменных и их представление на сетках — гридах. Такой способ не очень хорош для представления слоев в сложных диапировых структурах, поскольку он не пригоден для отображения неоднозначных объектов. А такая неоднозначность возникает на карнизах диапиров, где одной вертикальной линии может соответствовать до трех (а в особо сложных случаях и больше) точек пересечения с границей слоя. Мы применили метод моделирования, который последнее время успешно используется для работы со сложными геологическими объектами, например, складчатыми комплексами [1]. В литературе его называют методом потенциальных или фолиантных полей. Его суть состоит в конструировании трехмерной функции, подобно трехмерному потенциальному полю, в котором поверхности разных потенциалов никогда не пересекаются. С некоторыми значениями этого поля сопоставляются геологические границы. По сути, геологическая граница представляется как изоуровневая поверхность трехмерного поля. Проблемы неоднозначности сложных форм при таком представлении не возникает.

Излагая формально, в трехмерном пространстве Ω мы имеем набор точек пластопересечений $P = p_1, p_2, \dots, p_n$. Всем пластопересечениям одной границы припишем некоторое вещественное значение. Эти значения определяем исходя из стратиграфии района — они упорядочены по возрастанию также, как и сами стратиграфические границы, а изменение величин примерно пропорционально средним толщинам между соседними стратиграфическими границами. Соответственно для набора точек P мы задаем набор значений $Z = z_1, z_2, \dots, z_n$. Далее строится аппроксимирующая трехмерная функция $\sigma(\Omega)$ такая что, $\sigma(p_i) \approx z_i, i = 1, 2, \dots, n$. Для аппроксимации мы использовали многомерные сплайны, выраженные через функции Грина [2]. Далее, каждую изоуровневую поверхность полученной функции рассматриваем как стратиграфически эквивалентную. Границами всех слоев в модели будут изоуровневые поверхности тех значений, которые мы приписывали соответствующим пластопересечениям.

Чтобы заведомо исключить влияние высокоамплитудных аномалий поверхности соли на морфологию нижних границ, возникающее при аппроксимации одним сплайном, мы построили отдельно две модели: одну для солевой и надсолевой частью разреза, а вторую для подсолевой. Затем эти модели объединили на общей дискретной сетке.

Широтный разрез модели показан на рисунке. Оси маркированы в метрах. Масштаб вертикальной шкалы втрое превышает горизонтальный масштаб. Приведенная шкала соответствует значениям трехмерной функции (сплайна). Оттенками серого выделены геологические тела. Соленосная толща показана белым цветом. Под ней наблюдаются изгибы слоев нижней перми, карбона и девона. При этом геометрия нижнепермских и верхнекарбонных слоев хорошо обеспечена данными бурения, а структура нижележащей толщи построена на основе экстраполяции этих данных и нескольких определений в скважинах.

Сейсмические исследования соляных структур Северного Прикаспия [3,4] в ряде случаев обнаруживают обратный характер изгибов слоев надсолевого и подсолевого комплексов. Проведенное нами численное моделирование солевого диапиризма, с представлением среды несжимаемой, однородно вязкой ньютоновской жидкостью, показало закономерное возникновение в подсолевом комплексе подобных инверсионных складок в результате деформаций, обусловленных всплыванием низкоплотных объемов соленосной толщи [5].



Разрез солянокупольных структур Астраханского свода

Структурное моделирование, представленное в настоящей работе, выполнено исключительно по скважинным данным, без привлечения результатов интерпретации сейсморазведки и каких бы то ни было предположений и теоретических представлений. Полученные результаты, хотя и не позволяют с полной уверенностью утверждать, что инверсионная складчатость проявлена на исследованном участке, но и не противоречат этой концепции — как видно из Рисунка 1, надсолевые и подсолевые слои изогнуты противоположным образом.

Список литературы

1. Edward Stolz, Giovanni Spampinato & John Davidson (2019) A statewide 3D geological model for New South Wales, ASEG Extended Abstracts, 2019:1, 1-4, DOI: 10.1080/22020586.2019.12073222
2. Василенко В. А. Слайны: теория, алгоритмы, программы / В. А. Василенко // Новосибирск: Наука, 1983. 214 с.
3. Чердабаев Ж. М. Структурно-тектоническое районирование подсолевых осадочных комплексов северо-восточной бортовой зоны Прикаспийской впадины (по материалам сейсморазведки) / Ж. М. Чердабаев // Геофизика. 2010. № 3. С. 30–35.
4. Тимурзиев А. И. Особенности строения и механизм формирования соляных диапиров Астраханского свода / А. И. Тимурзиев // Геофизика. 2007. № 6. С. 16–29.
5. Лунёв Б. В. Механизм развития инверсионной складчатости в подсолевом комплексе / Б. В. Лунёв, В. В. Лапковский // Физика Земли, 2014. № 1. С. 59-65.