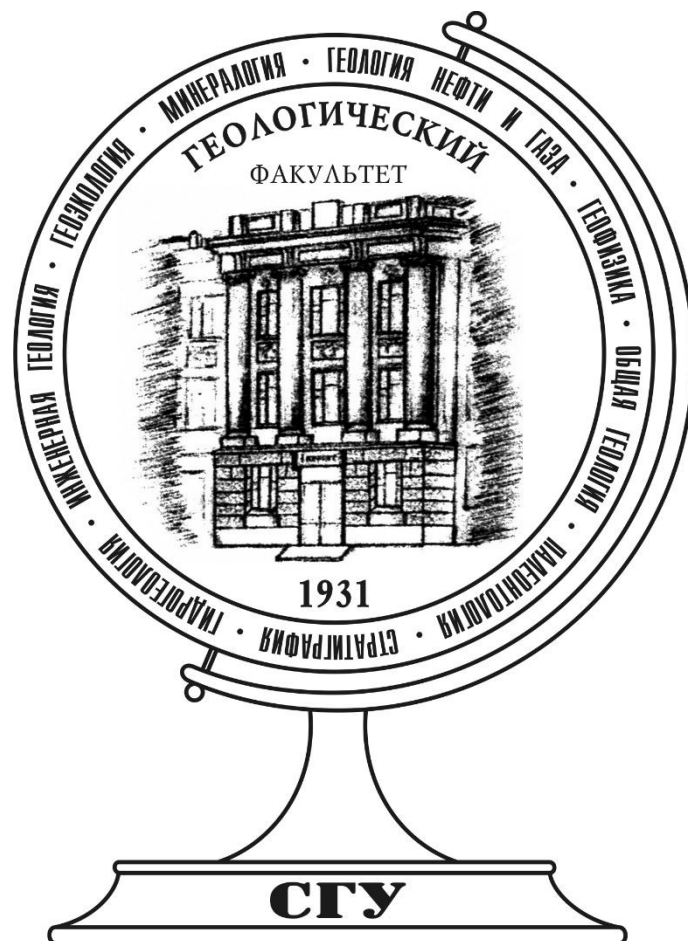


Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
Геологический факультет
ООО НПО «Союзнефтегазсервис»



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2019

*Материалы научной межведомственной конференции
(с международным участием)
г. Саратов, 24-25 октября 2019 года*

к 110-летию СГУ имени Н.Г.Чернышевского

Издательство «Техно-Декор»
Саратов 2019

УДК 55(082)
ББК 26.3я43
Г35

Геологические науки – 2019: Материалы науч. межвед. конф. (с междунар. участ.) (Саратов, 24 - 25 октября 2019 г.) – Саратов: Издательство «Техно-Декор», 2019. – 106 с.:ил.
ISBN 978-5-907175-24-2

Сборник содержит материалы докладов научной межведомственной конференции (с международным участием) «Геологические науки – 2019» (24-25 октября 2019 г., г. Саратов). Доклады посвящены различным аспектам геологических наук и располагаются в тематическом порядке по разделам: «Геология, поиски и разведка горючих полезных ископаемых», «Геофизика. Методы поиска полезных ископаемых и сопровождения бурения», «Литология, геохимия и геохимические методы поиска полезных ископаемых», «Региональная геология, палеонтология и стратиграфия», «Палео- и петромагнитные исследования», «Экологическая геология и геоэкология. Аспекты захоронения проток», «Геологические объекты: аспекты изучения, сохранения, мониторинга и популяризации. Геологические музеи».

Для широкого круга геологов
УДК 55(082)
ББК 26.3я43

Ответственные редакторы: М.В. Пименов, В.А. Фомин
Редакционная коллегия: Е.Н. Волкова, О.П. Гончаренко, В.Н. Еремин,
А.Д. Коробов, Е.М. Первушов

Организатор конференции: Геологический факультет СГУ

Оргкомитет выражает искреннюю благодарность
ООО НПО «Союзнефтегазсервис» за помощь в издании сборника.

ISBN 978-5-907175-24-2

© Геологический факультет СГУ, 2019

**Геология,
поиски и
разведка
горючих
полезных
ископаемых**

АУТИГЕННЫЙ ДОЛОМИТ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ - ПОКАЗАТЕЛЬ РЕЖИМА АКТИВНОГО СИНГЕНЕТИЧНОГО НАФТИДОГЕНЕЗА

**Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Логинова М.П., Колотухин А.Т.,
Мухин В.М., Елисеева Л.В.**

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

Петрографические наблюдения, подтвержденные рентгенофазовыми исследованиями, показали, что характер развития вторичного доломита в высокобитуминозных породах баженовской свиты неодинаков. В бесприточных скважинах данный минерал не обнаружен. В мало-, среднедебитных скважинах ($Q=1,60 - 21,60$ т/сут) он, наряду с другими минералами, более или менее равномерно распределен в основной битуминозной массе, импрегнирует ее, создавая в шлифах своеобразную «картину ночного звездного неба». В случае высоких нефтепритоков ($Q \geq 80$ т/сут) количество новообразованного доломита резко возрастает и меняется характер его локализации. Важно подчеркнуть, что бесприточные скважины находятся на максимальном удалении от разломов, а наиболее продуктивная – пробурена непосредственно в зоне тектонического нарушения. Остальные мало-, среднедебитные скважины занимают относительно разломов промежуточные положения.

Общеизвестно, что водорослевое органическое вещество является наиболее благоприятным для нефтеобразования. Связано это с тем, что главным источником УВ являются липидные и липоидные компоненты, которые могут в значительном количестве присутствовать в водорослях. Поскольку различные группы водорослей характеризуются большим разбросом содержаний липидов (1-35%) (Барашков, 1972), то и нефтематеринский потенциал ($P_{нм}$) органического вещества зависит от состава групп водорослей основных поставщиков ОВ. Так, например, кремнистые породы фитогенного генезиса рассматриваются в качестве образований с повышенным $P_{нм}$, что связано со значительным содержанием липидов в водорослях с кремниевой функцией – диатомовых, золотистых, перидинейх. Сюда же относятся породы, в формировании которых существенную роль играли известковые синезеленые водоросли (Баженова, Бурлин, 1982).

По данным Ю. В. Брадучан и коллег (1986) основными продуцентами ОВ в баженовском море Западной Сибири были микрофитопланктон (диатомовые, зеленые, золотистые, пиррофитовые водоросли), зоопланктон (радиолярии), а также макроводоросли. В. В. Казаринов (1982) в составе ОВ баженовской свиты различает фрагменты витринита, псевдовитринита и липоидные микрокомпоненты, слагающие основную массу коллоальгинита и гумосапросорбомикстита (преобладает сапропелевое ОВ). Кроме того, он диагностирует остатки лентовидных водорослей, водорослей типа «кокколитофорид» (синезеленых и золотистых), бурых многоклеточных микроводорослей, крупные остатки слоевищ ламинариевых водорослей и морских трав. Многие из вышеперечисленного встречено нами при описании шлифов, изготовленных из пород бажено-абалакского комплекса.

Установлено (Коробов и др., 2016), что продуктивность бажено-абалакского комплекса Пальяновского участка Красноленинского месторождения контролируется интенсивностью наложенного гидротермального преобразования, наиболее чутким индикатором которого является вторичный доломит. В этой связи возникает закономерный вопрос: не являются ли генерация нефти и аутигенное доломитообразование в породах баженовской свиты сопряженными процессами? Если допустить такое, то необходимо выяснить содержат ли водоросли наряду с липидными

и липоидными компонентами в своем составе кальций и магний, необходимые для автономного синтеза доломита в условиях гидротермального прогрева.

Исследования Б.И. Чувашова (1986) показали, что водоросли, присутствующие в породах баженовской свиты (золотистые, зеленые, синезеленые и др.) относятся к категории известковых. Среди известковых водорослей известны разновидности в которых отмечается кальцит с максимальным известным для организмов содержанием $MgCO_3$ – до 30-35% (Виноградов, 1935; Дегенс, 1967). Связано это с их прижизненной способностью концентрировать соли магния (Осипова, 1956). При этом комплексные соединения Mg в растениях вообще и в водорослях, в частности, имеют более высокое содержание элемента, чем вещества конкретных клеток, например, хлорофилла. Если количество магния в хлорофилле составляет 2,7%, то концентрирование Mg в комплексах по сравнению с целыми клетками повышается в 10 раз (Бойченко и др., 1968). Однако, несмотря на то, что известковые водоросли в значительном количестве аккумулируют углекислый магний, в ископаемом состоянии магния обычно мало. Объясняется это тем, что в стенках растительных клеток $MgCO_3$ находится в виде изоморфной примеси $CaCO_3$ и легко вымывается при фоссилизации (Маслов, 1961). Видимо, в этом состоит одна из причин низкого содержания доломита в микроводорослевой породе Пальяновской площади, за исключением скважин, которые располагаются в зоне разлома. В приложении к докладу приводится зольный состав водорослей, которые постоянно встречаются в породах баженовской свиты и наблюдаются в исследованных нами скважинах Пальяновского участка. Из таблицы приложения видно, что во всех водорослях наряду с кальцием (6,91-23,10%) присутствует магний (1,70-5,58%).

Неоднократно отмечалось, что продуктивность баженовской свиты и возникновение аутигенного доломита контролируются степенью прогрева пород. Это соответствует экспериментальным исследованиям Дж. Р. Гольдсмита и Д. Л. Графа (Goldsmith, Graf, 1958), установившим, что для образования нормального доломита необходима повышенная температура (~200°C). При более низких температурах возникает протодоломит, близкий по структуре к доломиту. Протодоломиты содержат больше $CaCO_3$, чем настоящие доломиты. Важно подчеркнуть, что в обстановке тектоногидротермальной активизации Западно-Сибирской плиты происходит формирование углеводородов в нефтегазоматеринских толщах при следующих температурах (Коробов, Коробова, 2011): нефть (60-170°C) → нефть+газоконденсат (150-200°C). На основании вышеизложенного и наших наблюдений можно сделать принципиальные выводы:

1. водорослевый аутигенный доломит баженовской свиты не является продуктом диагенеза; он возник автономно за счет прогрева высокобитуминозных пород, содержащих Mg и Ca;

2. факт наличия или отсутствия водорослевого доломита *in situ* свидетельствует о том, переживала или нет высокобитуминозная материнская толща баженовской свиты этап завершающей генерации УВ;

3. территории, на которых развит водорослевый аутигенный доломит, необходимо рассматривать как области интенсивной (завершающей) генерации углеводородов баженовскими отложениями.

ВТОРИЧНЫЕ ТЕРРИГЕННЫЕ ЭКРАНЫ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ – НАДЕЖНЫЙ ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ БАЖЕНО- АБАЛАКСКОГО КОМПЛЕКСА

**Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Колотухин А.Т., Логинова М.П.,
Мухин В.М., Елисеева Л.В.**

*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г.Чернышевского*

Установлено, что сохранение нефтенасыщенности породами бажено-абалакского комплекса во многом определяется их высококачественной изоляцией от проницаемых сред: пород-коллекторов, разломов с оперяющей трещиноватостью и т.д. Связано это с тем, что возникновение углеводородов (УВ) в высокобитуминозных отложениях баженовской свиты сопряжено с появлением там аномально высокого пластового давления (АВПД). Поэтому отсутствие надежных экранов неминуемо приводит к перетоку нефти в близко расположенные или контактирующие с баженовской толщей проницаемые породы и (или) разрывные нарушения. В условиях Пальяновской площади Краснотенинского месторождения бажено-абалакский комплекс перекрывается отложениями фроловской свиты, которые практически лишены песчано-алевритовых прослоев и потому являются хорошим флюидоупором. А вот в подстилающих продуктивный комплекс отложениях тюменской свиты (I_{1-2}) широким распространением пользуются песчаники, алевро-песчаники, алевролиты наряду с глинисто-слюдистыми алевролитами, алевро-пелитолитами и глинами алевритистыми. Часть из них относится к качественным коллекторам. Следовательно, отжатие баженовской (бажено-абалакской) нефти в пределах исследуемой территории необходимо прогнозировать, в первую очередь, в породы тюменской свиты.

Однако петрографические наблюдения, подтвержденные рентгенофазовыми исследованиями, показали, что тектоногидротермальная активизация Западно-Сибирской плиты (поздний мел – ранний палеоген), ответственная за генерацию углеводородов, сопровождалась минерагенезом, который сильно влиял на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород тюменской свиты.

Активнее всего эти процессы протекали в изначально наиболее проницаемых породах – песчаниках. На первых этапах в них доминировало разложение (выщелачивание) неустойчивых минералов терригенного комплекса вплоть до их полного исчезновения. На заключительной стадии растворение сменялось минералообразованием. Прежде всего это касалось кварца, зерна которого испытывали регенерацию и разрастание с формированием идиоморфных гнездовидных сростков. При этом восстанавливались грани призм и пирамидальные верхушки у кристаллов. Процесс локализован в межзерновом пространстве, где растущий кварц ассоциирует с радиально-лучистым халцедоном. На участках максимального преобразования песчаников возникала слюдисто-кварцевая порода, представляющая собой типичное гидротермально-метасоматическое образование, относящееся по классификации Н.И. Наковника к формации вторичных кварцитов. Перерожденные таким образом песчаники приобретают низкие (V класс по А.А. Ханину) коллекторские свойства. Если же такой песчаник, кроме того, подвергался вторичной карбонатизации (кальцитизации) и сульфатизации (ангидритизации), при которой новообразования выполняли роль цемента, коллекторские свойства породы продолжали ухудшаться и становились весьма низкими (VI класс по А.А. Ханину).

В алевро-песчаниках и алевролитах (в том числе глинисто-слюдистых) так же наблюдается регенерация и укрупнение кристаллов кварца за счет вторичного халцедона, присутствующего в заметном количестве в межзерновом пространстве. Там

же на отдельных участках сосредоточен эпигенетический сидерит. Указанные минералы кольматируют пустотные пространства, от чего породы приобретают весьма низкие (VI класс по А.А. Ханину) коллекторские свойства.

В изначально плохо проницаемых алевро-пелитолитах и алевритистых глинах вторичные изменения, которые обусловлены поступлением горячих растворов и контролируют ФЕС, проявлены слабее, чем в предыдущем случае. Этим обусловлено на первый взгляд парадоксальное явление: несколько лучшие коллекторские свойства (V класс по А.А. Ханину) отмечены у глинистых пород по сравнению с алевро-песчаниками и алевролитами (VI класс).

В пределах Пальяновского участка Красноленинского месторождения имеются площади, где тюменская свита отсутствует и породы бажено-абалакского комплекса ложатся непосредственно на складчатый фундамент. Физические характеристики наиболее распространенной доюрской породы месторождения – палеозойского гранитогнейса – свидетельствуют о ее весьма низких (VI класс по А.А. Ханину) коллекторских свойствах.

Приведенные материалы говорят, что все породы, подстилающие бажено-абалакский комплекс в пределах исследованной территории, независимо от исходного состава и возраста обладают низкими и весьма низкими коллекторскими свойствами. Это позволяет им выполнять функцию флюидоупора и гарантировать сохранность нефти в бажено-абалакских толщах Красноленинского месторождения в условиях АВПД.

Что же явилось поставщиком громадного количества подвижного кремнезема, в первую очередь обеспечивающего формирование на исследуемой территории вторичных экранов по терригенным отложениям тюменской свиты? И каковы причины этого явления? В основе этих преобразований лежит тектонический фактор.

Установлено, что в раннюю стадию напряженно-деформированного, по И.С. Грамбергу и его коллег, состояния Красноленинского свода гидротермальные преобразования осадочных толщ Талинского месторождения и месторождений Пальяновской площади протекали по-разному. В первом случае имело место широкомасштабное кислотное выщелачивание пород тюменской свиты с выносом большого количества продуктов растворения (в первую очередь SiO_2) за пределы Талинского месторождения. В результате песчаники и гравелиты этого месторождения приобрели свойства суперколлекторов. Активный пульсирующий стресс отгонял нагретые воды, насыщенные продуктами разложения, по проницаемым породам тюменской свиты, а также по контакту последних с образованиями фундамента на соседнюю Пальяновскую площадь, которая отличалась намного более спокойной тектонической обстановкой. Там растворенные компоненты выпадали из гидротерм и запечатывали (кольматировали) межзерновое пространство песчаников, алевро-песчаников и т.д. кварцем, халцедоном, опалом и другими минералами. В итоге коллекторы тюменской свиты на Пальяновской площади превратились во вторичные экраны. Поэтому там сингенетическая нефть в основной своей массе оставалась в породах бажено-абалакского комплекса и обеспечивала мало-среднедебитные притоки ($Q = 1,60 - 21,60$ т/сут) в скважинах.

ЗОНАЛЬНОСТЬ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО МИНЕРАГЕНЕЗА – КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УВ В БИТУМИНОЗНЫХ ТОЛЩАХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Логинова М.П., Колотухин А.Т., Мухин В.М., Елисеева Л.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

Проведенные за последние десятилетия исследования показали, что связь основных литологических характеристик баженовской свиты с нефтеносностью не устанавливается. Очевидно, первичные седиментационные факторы не имеют определяющего влияния на нефтеносность баженовской свиты. Совершенно иные результаты дает анализ распределения по площади палеотемператур периодов структурной перестройки – главного параметра, определяющего характер протекания эпигенетических процессов рифтогенных осадочных бассейнов. Температура в сочетании с другими факторами играла чрезвычайно важную роль в возникновении продуктивных коллекторов баженовской свиты.

Проблема оценки нефтегазоносности баженовско-абалакского комплекса заключается в отсутствии обоснованной методики картирования залежей нефти и газа в этих отложениях. Результаты выполненных работ позволяют сделать очередной шаг в решении этой проблемы, а именно проводить минералогическое картирование высокобитуминозных отложений на территории, где они, во-первых, залегают непосредственно над раннемезозойскими риолитами (молодыми палеозойскими гранитоидами) или на небольшом удалении от них. А во-вторых, — изолированы перекрывающими и подстилающими осадочными толщами. При этом перспективы на УВ надо оценивать, исходя из следующих оригинальных данных по наиболее информативному индикаторному минералу — доломиту.

1. Зольный состав водорослей (Ведринский, 1938; Ковда, 1956), которые постоянно встречаются в породах баженовской свиты и наблюдаются в исследованных нами скважинах Пальяновского участка, свидетельствует, что во всех них наряду с кальцием (6,91-23,10%) присутствует магний (1,70-5,58%). Следовательно, битуминозные толщи изученной территории, прежде всего микроводорослевые альгинитовые и коллоальгинитовые их разновидности, характеризующиеся высоким нефтегенерационным потенциалом, обладают также и необходимым внутренним резервом щелочноземельных элементов для формирования вторичного доломита *in situ*. Это обстоятельство имеет чрезвычайно важное значение, т. к. даже в случае минимального содержания в породах баженовской свиты монтмориллонита (смектита) с магниевым и кальциевым обменным комплексом, а также магниезальных хлоритов, формирование аутигенного доломита в районах нефтегенерации представляется вполне вероятным. Касательно глин напомним, что при температуре 150-200°C осуществляется процесс трансформации минералов группы смектита в иллиты (гидрослюды). Этому способствует наличие в горячих углекислых водах ионов K^+ и пульсирующий стресс. Освобождающийся в таких случаях из глиен Mg (Ca и Mg) может также участвовать в образовании гидротермального (гидротермально-метасоматического) доломита. Относительно вторичного кальцита необходимо заметить, что он, в первую очередь, является продуктом перераспределения карбонатного материала осадочно-диагенетических известняков (в том числе известняков КС), обломков многочисленных раковин моллюсков, известковых водорослей и т.д., присутствующих в отложениях бажено-абалакского комплекса.

2. Развитие аутигенного рассеянного доломита *in situ* в высокобитуминозных толщах баженовской свиты свидетельствует, что породы преодолели интервал прогрева,

при котором фактически завершилось формирование рассеянной нефти *in situ*. С этого момента при благоприятных тектонических условиях начинается переход микронепфти в концентрированное состояние с появлением нефтепритоков в скважинах, вскрывших баженовские толщи.

3. На территории Красноленинского месторождения выделяют неоднородные по нефтенасыщенности (по перспективности освоения) участки:

- удаленные от разрывных нарушений, где в экранированных высокобитуминозных отложениях отсутствует рассеянный доломит *in situ*. Здесь может находиться рассеянная нефть *in situ* без нефтепритоков в скважинах и осуществляться генерация УВ.

- приближенные к разломам, где в экранированных битуминозных баженовских толщах присутствует рассеянный доломит *in situ*. Источник Mg – внутренний ресурс – микроводоросли. Здесь сочетается завершающаяся генерация и начинающаяся аккумуляция УВ.

- с разрывными нарушениями, секущими породы баженовской свиты. Здесь господствует аккумуляция УВ. Присутствие в экранированных битуминозных баженовских отложениях повышенного количества минералов-индикаторов (доломита, гипса, тенардита, барита и иных сульфатов) свидетельствует о высокой нефтенасыщенности коллекторов. Источник Mg и других элементов внешний – доюрский комплекс пород.

4. Рубеж появления рассеянного вторичного доломита *in situ* в битуминозных отложениях следует рассматривать как контур продуктивности баженовской свиты.

Границей зон высокой нефтегазоносности битуминозных пород-коллекторов баженовской свиты необходимо считать линию перехода рассеянного незначительного по содержанию доломита *in situ* в область концентрированного его присутствия, где минерал полностью вытесняет кальцит и образует крупные агрегаты, гнезда и жилы.

5. При проведении локальных поисково-оценочных работ на углеводороды на регионально выявленных перспективных территориях (Патент РФ №2428723, авторы А.Д. Коробов и Л.А. Коробова) необходимо, в первую очередь, обратить внимание на зоны разломов, секущих отложения баженовской свиты в относительно приподнятых участках поверхности. Они относятся к территориям преимущественной аккумуляции нафтидов. Наличие в высокобитуминозных отложениях повышенного содержания гидротермальных доломита и сульфатов является прямым подтверждением высокой нефтенасыщенности коллекторов бажено-абалакского комплекса.

Авторы благодарны профессору, доктору геол.-мин. наук В.П. Морозову и руководимому им коллективу (Казанский (Приволжский) федеральный университет) за проведение рентгенофазовых исследований пород бажено-абалакского комплекса.

К ПРОБЛЕМЕ НЕСООТВЕТСТВИЯ СТАДИЙ МЕТАМОРФИЗМА УГЛЕЙ И ЭПИГЕНЕЗА МЕЖУГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ

Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Колотухин А.Т., Логинова М.П., Мухин В.М., Елисеева Л.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

Формирующиеся угольные пласты являются мощным источником летучих компонентов: воды, углекислоты, метана, в значительно меньшей степени сероводорода и других газов. Очень важным обстоятельством представляется тот факт, что набор летучих, составляющих основную часть потерь в ходе преобразования углей, заметно меняется: на стадиях торфа и бурого угля теряется главным образом CO₂, тогда как на

стадиях антрацита – метан (Успенский, 1970; Холодов, 2006). Сжимаясь и уплотняясь под действием возрастающей геостатической (геодинамической) нагрузки и увеличивая уровень восстановленности (карбонизации), за счет нарастающего прогрева угли «сбрасывают» рождающиеся в них горячие газодонные флюиды в участки относительно низких давлений. Таковыми являются пласты – коллекторы, т.е. песчаники, песчано-гравийные породы, которые залегают между угленосными пачками и свитами. Газодонный флюид включается в гидродинамический (гидротермальный) процесс, действующий в упомянутых пластах-коллекторах. Следовательно, угленосные толщи и переслаивающиеся с ними песчаники из безугольных частей разреза необходимо рассматривать как геологическое пространство единой гидротермальной системы, минерогенез которой во многом определяется не только температурой, но и составом отделяющихся от каустобиолитов летучих. Однако, при рассмотрении данной проблемы геологи, к сожалению, не всегда и не в полной мере учитывают участие этого фактора в преобразовании пород-коллекторов. И уже совсем игнорируют меняющийся состав летучих компонентов, который является функцией уровня карбонизации углей. А это явилось одной из главных причин, по которой большинство ученых признает отсутствие прямой коррелятивной зависимости между характером преобразования терригенных толщ и метаморфизмом заключенных в них углей.

Чтобы оценить роль флюида в этом вопросе необходимо выяснить, как влиял состав летучих (CO_2 и CH_4), отделяющихся от углей различных марок в процессе метаморфизма на онтогенез вторичных минералов в межугольных коллекторах. Прекрасным примером для исследования является наложенная ломонтитизация песчаников, которая широко распространена на месторождениях с неодинаковыми степенями карбонизации углей и рассматривается Д.С.Коржинским (1961) как проявление низкотемпературной цеолитовой пропицитизации.

В литературе практически не освещен вопрос о степени метаморфизма каустобиолитов в границах выделяемых метасоматических формаций межугольных песчаников. Поэтому целью настоящего сообщения является выяснение, какой уровень восстановленности углей способствовал развитию низкотемпературной пропицитизации в межугольных коллекторах. И как отклонения от этого уровня сказались на судьбе цеолитовых пропицитов.

Изложенный в докладе материал позволяет заключить следующее.

Тектонический режим угольного бассейна контролировал изменение температуры — ведущего фактора карбонизации углей и, в меньшей степени, гидротермального минералообразования. Геотермический градиент был обусловлен динамометаморфизмом в сочетании с глубиной погружения. Он определяет наличие или отсутствие прямой коррелятивной зависимости между характером преобразования терригенных толщ и метаморфизмом заключенных в них углей.

При тектонической обстановке, обуславливающей сочетание низкотемпературной пропицитизации в аркозовых песчаниках межугольных пластов и степень углефикации Г и Ж самих каустобиолитов, возникает геохимическое равновесие в системе «органическое вещество углей — минеральное вещество песчаников». При этом метаморфизм каустобиолитов не нарушал развитие цеолитовой пропицитизации в межугольных аркозовых толщах.

При тектонической обстановке, создающей низкотемпературную пропицитизацию в межугольных песчаниках в сочетании со слабо карбонизированными углями (Б и Д), такое равновесие перестает существовать и уступает место состоянию геохимических противоречий. В подобных случаях цеолитовые пропициты уничтожаются: испытывают интенсивное кислотное выщелачивание и каолинизацию. Связано это с тем, что угли марок Г и Ж поставляют в межугольные пласты в среднем менее $79,0 \text{ м}^3/\text{т}$ г.м, а их аналоги марок Б и Д – $133,0$ и более $\text{м}^3/\text{т}$ г.м CO_2 (Бочкарев, 1984). В первом случае при

дефиците углекислоты создаются благоприятные условия для формирования и сохранения ломонтита, а во втором, при повышенном количестве CO_2 , - для возникновения кислых агрессивных растворов и каолинита, который замещал цеолиты и сопутствующие минералы.

Температуры в палеогидротермальных системах, образованных угленосными толщами и переслаивающимися с ними песчаниками, необходимо определять на основе минералогических (термобарогеохимических) исследований метасоматитов, возникших в межугольных пластах–коллекторах. Температуры, полученные для подобных реконструкций по отражательной способности витринита, должны быть обязательно скорректированы с термобарогеохимическими данными.

Главным критерием оценки уровня геохимических противоречий между характером преобразования терригенных толщ и метаморфизмом заключенных в них углей является степень разрушения цеолитовых пропилитов в межугольных пластах–коллекторах. Каолинит в таких случаях является минералом – индикатором зон геохимических противоречий. Впервые установлена прямая коррелятивная зависимость состава продуктов эпигенеза в цементе песчаников межугольных коллекторов от степени карбонизации углистого ОВ. Это доказывает возможность решения важнейшего вопроса, касающегося такого сопоставления в широком термодинамическом диапазоне. Важно подчеркнуть, что подобное сопоставление считалось возможным только для процессов седименто – и диагенеза.

«ЛОМОНТИТОВЫЕ СТОЛБЫ» СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ – НОВЫЙ ОБЪЕКТ ПОИСКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Коробов А.Д., Коробова Л.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

В седиментационных бассейнах в отличие от региональных эпигенетических и метаморфических изохимических преобразований пород довольно значительная роль принадлежит явлениям наложенного эпигенеза, протекающих под влиянием глубинных факторов. Определяющая особенность наложенного эпигенеза, отличающая его от регионального, - более узкий, локализованный характер проявления в вертикальном и горизонтальном направлениях, который не зависит или мало зависит от первичного характера пород и фациальных условий их формирования. Обусловлен же он, главным образом, взаимодействием пород с проникающими растворами «чужого» (химически неравновесного с ними) состава. В этой связи П.П.Тимофеев, А.Г. Коссовская, В.Д. Шутов с соавторами (1974) выделяют гипогенный наложенный эпигенез. Этот тип процессов широко распространён в складчатых и платформенных областях, где он связан с зонами глубинной раздробленности на участках налегания осадочного чехла на фундамент.

Формы пространственной локализации гипогенного наложенного эпигенеза могут быть достаточно сложными и фиксироваться в виде вертикальных зон, своего рода «столбов», связанных с системами сквозной вертикальной трещиноватости и горизонтальными зонами, или водопроницаемыми пластами. Роль и масштабы таких наложенных изменений бывают весьма разнообразны в связи с многочисленностью типов глубинных растворов.

В этой связи необходимо признать особое влияние триасовых погребенных рифтов Западной Сибири на процессы глубинного эпигенеза. К сожалению, этот фактор часто недооценивается геологами. Вместе с тем, существенные аномалии теплового поля в

ископаемых континентальных рифтах, обусловленные локальными неоднородностями земной коры и гидротермальными процессами в зонах разломов, могут сохраняться до 100 млн лет и более (Рамберг, Морган, 1984). При этом гидротермальные процессы, во многом наследующие геохимию летучих соединений предшествующей магматической стадии, порождают флюидодинамические системы осадочных бассейнов, в которых возникают разнотемпературные гидротермально-метасоматические формации. Их характер и распределение во многом зависят от масштабов проявления рифтогенеза, которые на севере и юге исследуемой территории совершенно различны.

На севере Западной Сибири фундамент максимально преобразован рифтогенезом. В арктическую акваторию раскрываются не только стержневой для региона Колтогорско-Уренгойский, но и Ямальский и Худосейский рифты, достигают громадных размеров межрифтовые вулканические плато. В южном направлении рифтогенез ослабевает и в конце концов исчезает полностью. В соответствии с теоретическими представлениями О.Г. Сорохтина (1979) и С.В. Аплонова с коллегами (1996), наблюдаемое в Западной Сибири угасание рифтогенеза в направлении с севера на юг может демонстрировать переход от районов с более истощенной мантией к областям где она истощена меньше всего. Это сказывается на количестве и составе глубинных газов, поставляемых погребенным рифтом с гидротермальными растворами в осадочных чехол при структурной перестройке региона. Учитывая, что Западная Сибирь демонстрирует пример «неактивной рифтовой группы» (Шенгёр, Натальин, 2009), можно допустить, что картина степени истощения мантии доплитной стадии во многом сохранилась и в дальнейшем – на плитном этапе.

Рассмотренные в докладе материалы позволяют сказать следующее.

1. Для Западной Сибири типичен гипогенный наложенный эпигенез, вызванный структурной перестройкой региона. На особенности глубинного эпигенеза большое влияние оказывали погребенные континентальные рифты. В южном и северных районах наложенные процессы существенно различаются.

2. На севере Западно-Сибирская плита наиболее осложнена рифтогенезом (Тазовская губа, Гыданский полуостров и т.д.). Там, в условиях повышенных температур и дефицита CO_2 (за счет деплетирования мантии) вдоль глубинных разломов, рассекающих породы фундамента (переходного комплекса) и чехла, широко развита цеолитовая фация (минерал-индикатор ломонтит) и спорадически – трансильванская (характерный минерал кальцит). Обе фации входят в состав низкотемпературных пропицитов.

3. Обь-Иртышское междуречье (юг Западно-Сибирской плиты) – территория, которая практически не преобразована рифтогенезом. Там в обстановке более низких температур и аномально высоких концентраций глубинного CO_2 (признак неистощенного состояния мантии) вдоль разломов, секущих чехол и фундамент, масштабно представлены взаимосвязанные и взаимообусловленные процессы каолинизации и карбонатизации.

4. Влияние наложенного эпигенеза глубинными разломами и оперяющей трещиноватостью привёл к тому, что возникли вертикальные афациальные зоны минерализации в виде своего рода «столбов»: ломонтитовых на севере, каолинитовых и карбонатных (преимущественно кальцитовых) – на юге.

5. Цеолитовые пропициты, имеющие региональное распространение, как правило, продуктивны. Поэтому «ломонтитовые столбы» необходимо рассматривать, в первую очередь, как вместилища газоконденсата и (или) природного газа. Перспективные на них участки надо искать в вулканитах (Т1-2) Колтогорско-Уренгойского, Худосейского, Худоттейского и других рифтов. А также в перекрывающих их нижнемеловых и более древних осадочных толщах (песчаниках, алевро-песчаниках), образующих антиклинальные структуры и надрифтовые инверсионные валы, которые соседствуют с

региональными разломами преимущественно в северных (арктических) районах Западно-Сибирской плиты.

ОТРАЖЕНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ГЕОТЕРМИЧЕСКОМ ПОЛЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА

Навроцкий О.К.¹, Зотов А.Н.², Давыдова Н.В.¹

¹ ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского

² ООО ЛукБелОйл

Известно, что палеотемпературный фактор играет первостепенную роль в преобразовании органического вещества в нефтяные углеводороды. Однако современное температурное поле рассматривается как факт существования нефтегазовых залежей в зонах повышенных температур, причем фиксируются резкие скачки в нарастании температур [И.Н. Шестов, И.М. Тюрина, А.Р. Риянова, 2015].

Однако, особенность геотермической характеристики недр заключается не только в характере глубинного теплового потока, но и возникновение температурных аномалий за счет генерации тепла в самой осадочной толще, в частности за счет распада радиоактивных элементов [Астахов, 2015]. В работе рассматриваются причины возникновения особенностей форм глубинных термограмм и причины их возникновения. Анализ геотермического поля по всем континентам Земли позволил автору выделить несколько типов кривых термограмм.

Объяснение возникновения различных форм глубинных термограмм автор связывает с влиянием восходящей и нисходящей фильтрации подземных вод: нисходящая фильтрация отражается в виде вогнутой кривой, восходящая – в виде выпуклой кривой.

По какой-то причине, вопрос о форме термограмм для зон нефтегазонакопления остался в стороне. Анализ термограммы, характерной для Прикаспийской впадины [Астахов, 2015], показал, что в пределах предбортовой моноклинали [Писаренко, НВНИИГГ, 2019] северо-западного обрамления Прикаспийской впадины месторождение (условно назовем его «Подгорненское») приходится на **выпуклую форму** геотермической кривой (рис.1).

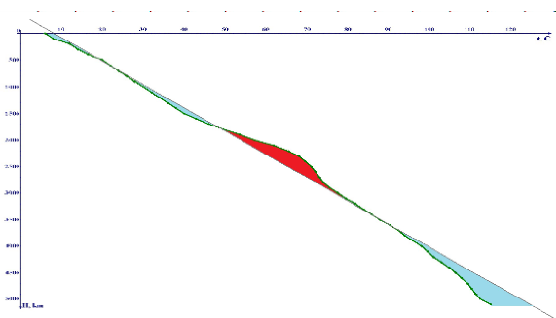


Рисунок 1 - Глубинная термограмма, характерная для северо-западного обрамления Прикаспийской впадины. В зоне экзотермических реакций (выпуклая кривая) Подгорненское месторождение в коллекторах бобриковского возраста

В работе Л.А.Назаркина обращается внимание на многофакторность экзотермических реакций, обеспечивающих выпуклый характер термограмм, например, процессы уплотнения пород с глубиной «поставляют» дополнительное тепло к эндогенному тепловому потоку [Назаркин,1979]. Если рассмотреть термохимическую реакцию образования воды и метана из органического вещества, то реакции протекают с выделением тепла, т.е. носят экзотермический характер:



При определенной записи термограмм улавливается эффект разделения генерированного вещества по фазам, т.е. разделение нефть↔ вода. Эффект ВНК на термограмме выглядит как «эндотермический» скачок на общем фоне экзотермического эффекта (рис.2)

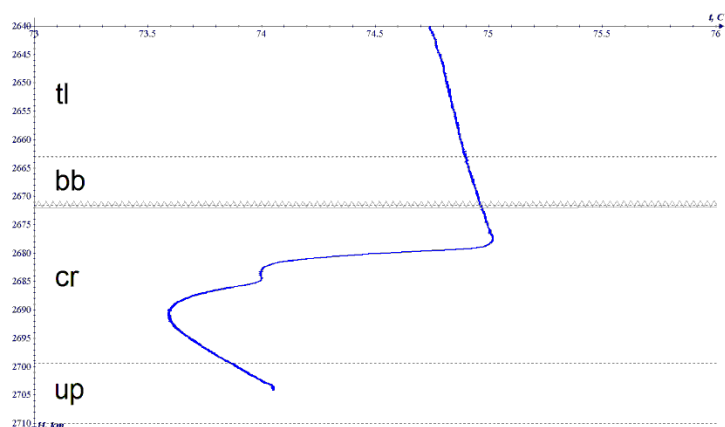


Рисунок 2 - Проявление ВНК на геотермической кривой в пределах Подгорненского месторождения. Глубина 2636,24-2704,11 м

Таким образом, по характеру геотермической кривой появляется возможность уточнять зоны нефтегазообразования и формирования залежей углеводородов. Естественно, что при миграции уже «готовой» нефти подобных эффектов не должно наблюдаться. Естественно, что наблюдаемый эффект должен подтвердиться более детальными и целенаправленными исследованиями. Очевидно, что в нефтегазовой геологии следует вернуться к забытому и изгнанному пониманию о генезисе углеводородов и формировании залежей *«in situ»*.

Список литературы

1. Астахов С.М. Геореактор. Алгоритмы нефтегазообразования / С.М. Астахов. – Ростов-на-Дону: КОНТИКИ, 2015. – 256 с.
2. Назаркин Л.А. Влияние темпа седиментации и эрозионных срезов на нефтегазоносность осадочных бассейнов. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1979. – 336 с.
3. Шестов И.Н., Тюрина И.М., Рянова А.Р. Геотермические условия газонефтеводоносных комплексов Пермско-Башкирского свода в пределах Пермского края. // Вестник Пермского университета, геология, вып.2(27), 2015. С.75-84

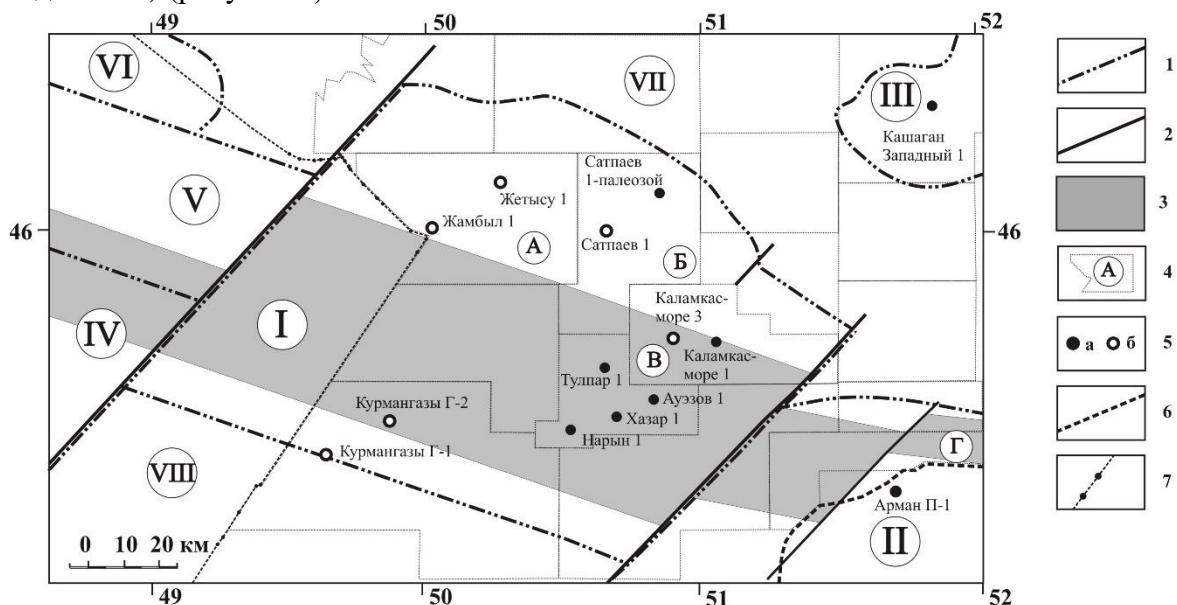
ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-КАСПИЙСКОГО ПОДНЯТИЯ (СЕВЕРНАЯ ЧАСТЬ АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ, КАЗАХСТАН)

Пронин А.П.

ТОО «Казкорресеч»

Перспективы нефтегазоносности юга Прикаспийской впадины связывают с северным склоном Бузачинского поднятия (разведочный блок «Морской Култук»), где предполагается наличие карбонатной платформы карбона и нижней перми. Признаками ее наличия являются присутствие склоновых отложений карбонатной платформы карбона и нижней перми в скважинах на суше и продолжение с северо-запада на юг-восток (субширотное направление) карбонатной платформы среднего карбона и нижней перми, установленной скважинами на Северо-Каспийском поднятии. На большие скопления углеводородов в палеозое на северном склоне Бузачинского поднятия указывают месторождения в мезозойских отложениях п-ва Бузачи: Каражанбас Северный, Каламкас, Северные Бузачи и др. Данные месторождения (суммарные геологические запасы более 1 миллиарда тонн) с большой вероятностью образовались в результате миграции углеводородов из палеозойских отложений в мезозойские. Причем, такие запасы связаны не просто с миграцией углеводородов, а с перетоком углеводородов из сформировавшегося месторождения в палеозойских отложениях в мезозойские из-за его частичного расформирования тектоническими процессами взаимодействия Туранской плиты и юга Прикаспийской впадины. Карбонатные платформы карбона и нижней перми северного склона Бузачинского поднятия и Северо-Каспийском поднятия имеют общее строение с Южно-Эмбинским поднятием. На Южно-Эмбинском поднятии карбонатные платформы карбона и нижней перми установлены множеством скважин и в западном его продолжении в палеозойских отложениях установлены месторождения углеводородов Толкын, Бекбулат и др. Однако, данные месторождения имеют суммарные геологические запасы не более 100 миллионов тонн и не сопоставимы с большим углеводородным потенциалом северного склона Бузачинского поднятия. Возможно, углеводородный потенциал карбонатных платформ Южно-Эмбинском поднятия связан с тем, что они имеют возрастной диапазон серпуховский ярус, нижний карбон - нижняя пермь. Возрастной диапазон карбонатных платформ северного склона Бузачинского поднятия можно предполагать более широким - визейские и турнейские отложения нижнего карбона также являются карбонатными. Карбонатные отложения всего нижнего карбона вскрыты скважиной Южная 1, которая находится в непосредственной близости к северному склону Бузачинского поднятия, что делает его похожим на разрез нижнего карбона Тенгиз-Кашаганской зоны. Проблемой является то, что на структуре Южная значительных скоплений углеводородов в карбонатных отложениях скважинами не установлено, а возрастном диапазоне они обнаружены только в нижнепермских отложениях. Склоновые отложения визейского и турнейского отложения и мелководношельфовые карбонатные отложения верхнего девона установлены скважинами на самом Бузачинском поднятии. Тектонические процессы нарушения Бузачинского и Северо-Каспийского поднятий обусловлены взаимодействием Туранской плиты и юга Прикаспийской впадины. На это взаимодействие участки юга Прикаспийской впадины «отреагировали» по-разному из-за своего тектонического строения. Зона кряжа Карпинского и Каракульско-Смушковой системы дислокаций была продвинута вплоть до выступа фундамента Астраханского свода. Палеозойские отложения кряжа Карпинского претерпели значительные тектонические нарушения (смятия), вплоть до образования метаморфических пород, а Каракульско-Смушковская система дислокаций также

испытала интенсивные тектонические нарушения, в результате которых собственно и приобрела свое название. Зона Северо-Каспийского поднятия не испытала препятствий на пути движения вглубь Прикаспийской впадины и карбонатные палеозойские отложения не подверглись значительным смятиям и были перемещены во впадину с сохранением своего объемного потенциала. В зоне Бузачинского поднятия карбонатные палеозойские отложения также претерпели значительные тектонические нарушения (ширина их развития сокращена в половину, по сравнению с Северо-Каспийским поднятием) (рисунок 1).



Условные обозначения: 1. Границы поднятий и прогибов. Поднятия I. Северо-Каспийское. II. Бузачинское. III. Жыльтойское. IV. Кряж Карпинского. V. Каракульско-Смушковская система дислокаций. VI. Астраханский свод. Прогибы VII. Южно-Эмбинский VIII. Центрально-Южно-Мангыстауский. 2. Разломные нарушения. 3. Палеозойские карбонатные отложения. 4. Разведочные блоки. А. «Жамбыл». Б. «Сатпаев». В. «Каламкас-море». Г. «Морской Култук». 5. Скважины. а) вскрывшие докунгурские палеозойские отложения, б) не вскрывшие докунгурские палеозойские отложения. 6. Граница Каспийского моря. 7. Морская граница по недрам Республики Казахстан и Российской Федерации.

Рисунок 1 - Тектоническая схема палеозойских отложений Северо-Каспийского поднятия и прилегающих территорий.

Бурением скважин было околонуено расположение палеозойской карбонатной платформы в области Северо-Каспийского поднятия. Основные перспективы на нефть и газ палеозойских отложений Северо-Каспийского поднятия связаны с южными частями разведочных блоков «Жамбыл», «Сатпаев» и «Каламкас-море», наличие в которых палеозойских карбонатных пород-коллекторов и покрышек сульфатного состава кунгурского яруса нижней перми значительно увеличивает вероятность нахождения здесь промышленных скоплений углеводородов. Южные части разведочных блоков «Жамбыл», «Сатпаев» и «Каламкас-море» по набору поисковых признаков более перспективны, чем блок «Морской Култук» (северный склон Бузачинского поднятия) и рекомендуются в качестве первоочередных объектов для дальнейшей детализации сейсмическими работами и постановки поискового бурения.

**Геофизика.
Методы
поиска
полезных
ископаемых и
сопровождения
бурения**

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ

Волкова Е.Н.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В настоящее время существует много разного рода полевых методик, программ и сложных технологий прогнозирования нефтегазоносности, но проблему все еще нельзя считать решенной. Изучаемый полигон продуктивных нефтяных скважин Правобережья Саратовской области приурочен к Иловлинско-Родниковской дислокации в области Рязано-Саратовского прогиба. Подобные месторождения проявляются практически во всех геофизических полях в виде малоразмерных геофизических аномалий. Как объект исследования небольшой участок месторождения был изучен разнородными методическими приемами в рамках геофизических и геохимических сегментов геологоразведочных технологий [1].

Основной решаемой геологической задачей экспрессным комплексом методов является прогнозирование нефтегазоносности разреза. За время полевых работ на полигоне [2,3,4] были проведены разные съемки с использованием современной высокоточной аппаратуры. В результате построены карты М 1:25000 для изучаемой территории. Среди них карта поля силы тяжести в редукции Буге Δg , магнитного поля ΔT , распределения термомагнитного коэффициента (ТМК), распределения магнитной восприимчивости, распределения концентраций метана и др., подробно представленные в работах [5,1]. Кроме того, для этой территории были вычислены значения искусственных параметров методикой направленного суммирования геопотенциальных полей. Направленное суммирование предварительно отнормированных и лишенных размерности матриц Δg и ΔT позволяет на схеме максимумами первого комплексного гравимагнитного параметра (прямое знаковое сочетание) выявить участки, где аномалии моногеничны, а максимумами второго комплексного параметра (обратное суммирование) наметить аномогеничные зоны и осуществить районирование по этому принципу.

На исследуемом участке сложность интерпретации высокоточных геофизических характеристик вызвала необходимость привлечь к высокоточным съемкам геофизический материал пятидесятитысячного масштаба. Детальные съемки сфокусировали отрицательную аномалию магнитного поля, совпадающую в целом по контуру с месторождением, а конфигурация гравитационных аномалий зафиксировала месторождение особенным изгибом изолиний и задержкой максимальных значений, то есть область месторождения характеризуется не резким падением значений гравитационного поля, а затяжкой положительных значений. Знаковая противоположность в соотношении гравитационного и магнитного полей на этом нефтегазоносном участке позволяет оценивать ресурсную привлекательности территории показателем инверсности.

Рельеф изолиний комплексного параметра отображает локализацию геометрических особенностей глубин изучаемого отражающего горизонта в юго-восточной зоне скопления скважин, что подчеркивает структурные особенности исследуемого участка.

Анализируя пространственное распространение аномалий потенциальных полей масштаба 1:25000, четко видна ортогональность общих направлений конфигурации изолиний потенциальных полей.

Сопоставляя морфологические особенности комплексного параметра направленного суммирования потенциальных полей (прямого знакового сочетания) с

выделенными перспективными зонами результатов полевых монопараметров, очевидно проявление кольцеобразной структуры.

Таким образом, качественная интерпретация демонстрирует совпадение областей ресурсной привлекательности с участками высокого градиента комплексного параметра сходства, что может быть еще одним критерием нефтегазоперспективности.

Суммируя особенности и выводы интерпретации, можно сформулировать четыре критериальных момента выделения нефтегазоперспективных участков малоразмерных залежей Поволжья:

- ортогональность направления изолиний потенциальных полей;
- высокий градиент комплексного параметра;
- показатель инверсности;
- кольцевой рисунок расположения локальных аномальных зон.

Список литературы

1. Рациональное комплексирование геофизических и геохимических методов прогноза нефтегазовых залежей / М.И. Рыскин, Е.Н. Волкова, С.И. Михеев, И.Ю. Фролов, В.Ю. Шигаев // Изв. ВУЗов. Сер. Геология и разведка. №6. 2009 г. С. 64-72.
2. *Маслова Е.А.* (отв. исполнитель). Проведение поисковых сейсморазведочных работ МОГТ-2D в пределах Сплавнухинского лицензионного участка с целью уточнения структурного плана нефтегазоперспективных объектов. Отчет по договору № 0208. Саратов. Фонды Филиала «СГЭ» ФГУП «НВНИИГГ», 2008 г.
3. Дополнение к технологической схеме разработки Сплавнухинского нефтяного месторождения Саратовской области. Реферат ООО «Имущественный комплекс Геотранс» ЗАО ВолгоградНИПИнефть. Волгоград. 2008.
4. *Волкова Е.Н.* Результаты применения технологии предварительной оценки нефтегазового потенциала на разведочной площади Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов.сер.Сер.Науки о Земле. 2016.Т.16 вып.4. С.232-238.
5. *Дэвис Д.* Статистика и анализ геологических данных М: Мир. 1973.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ВОЛЬНОВСКОГО ПОЛИГОНА

Волкова Е.Н., Баукова Н.Н., Тимофеев В.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

На Вольновском полигоне выполнены комплексные работы, включающие исследования независимых геофизических параметров.

В итоге полевых высокоточных гравиразведочных, магниторазведочных и геохимических работ построены карты масштаба 1:25000 для территории полигона: поля силы тяжести в редукции Буге; магнитного поля ΔT ; распределения ТМК; распределения магнитной восприимчивости.

Полевые магниторазведочные работы выполнялись двумя магнитометрами, расположенными на одной вертикальной оси и различных высотах. Измерения осуществлялись по равномерной сетке в точном соответствии с разбивкой, как и при измерениях обычного параметра аномалий ΔT . В процессе измерений оператор снимал показания с обоих магнитометров синхронно. Для корректного расчета градиента поля алгоритмы обработки данных с обоих магнитометров выполнялись по одному и тому же набору процедур. Значения градиента поля получались посредством вычисления

разности $\Delta T_1 - \Delta T_2$, где ΔT_1 – значения магнитометра на высоте 1 метр, ΔT_2 – значения магнитометра на поверхности.

В распределении полей ΔT характерно чередование локальных максимумов и минимумов. Первая и наиболее явная положительная аномалия ΔT_2 расположена в центре исследуемой площади, значимая положительная зона аномалий определена и в восточной части полигона.

Совместный анализ полей ΔT нижнего и верхнего магнитометра и градиента поля показал различия в характере распределения этих параметров на площади. Схема аномалий на высоте 1 м по физическому смыслу совпадает с аналитическим продолжением в верхнее полупространство, т.е. с формированием относительно региональной составляющей магнитного поля. Вычитая из наблюдаемого поля T_2 региональную составляющую на высоте редуцируем общие функциональные характеристики из наблюдаемого поля и получаем эффект от источника приповерхностного слоя.

Разность между показаниями двух магнитометров на единицу расстояния можно считать и градиентом. Морфология изолиний градиента помогает получать данные о зонах с наиболее выраженными скачками магнитного поля. Если средние физические свойства пород контактирующих структур резко различаются, то на границе между ними возникает аномалия типа ступени. Собственно, аномалии ΔT_1 и ΔT_2 проявляются как мозаичные системы, в то время как распределение градиента ΔT показывает однозначное присутствие всего двух комплексов: общий фон и изометричная аномалия в кольцеобразной зоне. Градиент магнитного поля обнаруживает явную аномалию в центральной части исследуемой территории. Амплитуда аномалии и её площадь говорят об источнике с высокой контрастностью магнитных свойств по отношению к окружающим объектам. Это могут быть моренные отложения. Отметим, что скважины приурочены к зонам слабых отрицательных аномалий ΔT .

Для локализации аномалий из значений микромагнитного поля на высоте был удержан полином первой степени и на схеме остаточных значений выявилась отрицательная зона в кольце положительных значений, которая совпадает с очертаниями Южно-Турковской залежи. Проанализировав геологическую ситуацию, связываем положительную аномалию центральной зоны с моренными отложениями, вышедшими на поверхность и обладающими повышенными магнитными свойствами. Вновь анализируя качественно конфигурацию наблюдаемого поля, можно увидеть положительную "моренную" зону уже в схеме аномалий магнитного поля, измеренного поверхностным магнитометром. Она же четко проявляется в схеме градиента.

Сопоставляя магнитные и гравитационные аномалии, видно, что центральная положительная остаточная аномалия Буге совмещена в основном с отрицательными значениями магнитного поля. На юге полигона положительная гравиметрическая и отрицательная магнитная аномалии совпадают с отрицательной термомагнитной аномалией. Действующая скважина находится в переходной зоне магнитного поля, что подтверждает выявленный нами критерий перспективности и свидетельствует о ресурсной привлекательности южной зоны.

Распределение комплексного параметра характеризуется максимальным сходством магнитных и гравитационных аномалий в северной части территории и наименьшим сходством в южной части территории.

Области, отмеченные наибольшей корреляцией гравитационного и магнитного поля, не совпадают с основными структурами, выявленными в районе исследований, поэтому можно предположить, что наиболее коррелирующиеся участки обусловлены неструктурным фактором.

Граница замещения и выклинивания верхней песчаной пачки не совпадает по контуру ни с одной конфигурацией геофизических параметров. Скважины были

намечены исключительно из предположений о выявленных зонах максимальных толщин, и они попадают в разнознаковые аномалии потенциальных и геохимических полей.

С учетом контура поднятий, морфологии эффективных толщин верхней песчаной пачки продуктивного горизонта, аномалии, свидетельствующей о непроницаемой крышке на юге участка и особенностей аномалийных зон, рекомендуются определенные скважины глубокого бурения.

В итоге сформирован цифровой банк электронной информации в программном комплексе Surfer и Excel. Полевые наблюдаемые значения геофизических параметров были обработаны по стандартным и авторским методикам. Получены схемы для интерпретации. Выполнены традиционные процедуры локализации разными способами. Результаты проанализированы и совмещены с местоположением скважин и геологической ситуацией полигона.

К ОЦЕНКЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

Головин Б.А.¹, Волкова Е.Н.¹, Московский И.Г.^{1,2}

¹ *ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»*

² *ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»*

Важной составляющей контроля технологических процессов бурения нефтегазовых скважин является определение комплекса контролируемых параметров [1-3]. В комплекс параметров могут быть включены, как технологические параметры, измеряемые в процессе бурения, так и параметры полученные по результатам бурения и комплексного исследования соседних скважин. Такие данные могут быть необходимы как для определения текущего состояния процесса бурения скважины, так и для оценки вероятности изменения состояния в последующие моменты времени [3, 4].

Решение задачи выбора комплекса контролируемых параметров имеет большое технико-экономическое значение. Неэффективность выбора измеряемых параметров (недостаток числа выбранных параметров или их малая информативность) приводит к невозможности оценить состояние технологических процессов при бурении скважин, а, следовательно, определить направление и интенсивность управляющих воздействий. Это может привести либо к осложнениям и авариям, либо к перерасходу материалов и химических реагентов при регулировании свойств буровых растворов, долот и др., т.е. к большим технико-экономическим потерям.

В случае выбора избыточного количества контролируемых параметров, часть из них оказываются малоинформативными и практически не используются при оценке состояний технологических процессов при бурении скважин и, следовательно, затраты на их измерения и расчеты не оправданы.

На текущий момент применяются два подхода к выбору контролируемых параметров при бурении скважин. Первый и основной подход основан на методе экспертных оценок [3], т.е. на использовании субъективного опыта специалистов в области технологии бурения скважин. На основе накопленного опыта каждый из экспертов составляет свой упорядоченный перечень технологических параметров в соответствии со степенью значимости (или информативности) этих параметров на результаты решения задач, возникающих при контроле процесса бурения скважины. Под значимостью (или информативностью) в данном конкретном случае подразумевается

некоторая субъективная оценка при взаимном сравнении различных параметров отдельным экспертом. Учитывая, что эксперты могут давать различные оценки, результаты ранжирования параметров подвергаются статистической обработке, на основе которой составляется «усредненный» перечень контролируемых параметров, рекомендуемый для практического применения.

В основе второго подхода – метод планирования эксперимента. В соответствии с данным методом определяется совокупность варьируемых факторов, при которых целевая функция принимает экстремальные значения. Получаемая в результате обработки экспериментальных данных математическая модель включает наиболее значимые факторы, определяющие ход технологического процесса и выбор контролируемых параметров. Хотя данный подход позволяет ввести объективные количественные оценки значимости параметров, как количественной меры степени влияния данного фактора на целевую функцию, тем не менее подход, основанный на методе планирования эксперимента, позволяет решать лишь весьма узкий круг задач при достаточно сильных требованиях к факторам, используемым при проведении экспериментов [3].

Таким образом, актуальной является проблема разработки методик выбора комплекса контролируемых параметров, основанных на объективной оценке значимости (информативности) этих параметров. Под значимостью (информативностью) технологических параметров полагаем объективную количественную оценку степени чувствительности параметров к изменениям состояния технологических процессов при бурении скважин [5].

Предлагаемая методика, включает два основных этапа решения задачи выбора контролируемых параметров: первый – выявление характеристик технологических параметров, наиболее чувствительных к изменению состояния процесса бурения и анализ их изменчивости при изменении состояния процесса бурения. Степень изменчивости параметров предлагается оценивать на основе вычислений локальных и средних коэффициентов эластичности.

На основе получаемых оценок значимости (информативности) возможно составление объективных рекомендаций по выбору контролируемых параметров при бурении скважин, а также по выбору входных параметров для разработки алгоритмов по контролю процесса бурения.

Список литературы

1. Головин Б.А., Головин К.Б., Калинин М.В. Перспективы геологического моделирования нефтегазоносных резервуаров в процессе бурения // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 110-117.
2. Булатов А.И., Демихов В.И., Макаренко П.П. Контроль процессов бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1998. – 345 с.
3. Лукьянов Э.Е. Интерпретация данных ГТИ. – Новосибирск: Издательский Дом «Историческое наследие Сибири», 2011. – 944 с.
4. Московский И.Г. Вероятностный подход оценки прочности горных пород в условиях неопределенности исходных данных // Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках. 2016. № 3. С. 34-46.
5. Головин Б.А., Московский И.Г., Головин К.Б. Методика выбора контролируемых параметров при бурении нефтегазовых скважин // Недра Поволжья и Прикаспия. Вып.99. август 2019. С. 70-74.

ВЫДЕЛЕНИЕ РЕПЕРНЫХ ГОРИЗОНТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДАМИ ГТИ

Головин Б.А., Руднев С.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Современные методики литолого-петрофизического моделирования подразумевают построение каркаса модели на основе выделения в разрезе характерных маркирующих горизонтов методами ГИС. Подобный подход существенно ограничивает оперативность построения модели в виду невозможности получения геофизической информации в момент вскрытия пласта. Решением данной проблемы видится применение методов ГТИ для оперативного выделения реперного горизонта.

Наиболее информативными параметрами обнаружения реперов по информации ГТИ являются: механическая скорость, литология пород, их цветовая характеристика, структурно-текстурные особенности. Применительно к целям литолого-петрофизического моделирования можно выделить два типа реперов:

- границы раздела литологически контрастных толщ, пачек или пластов;
- пласты главным образом глинистых пород, часто экранирующих залежи УВ и вследствие этого имеющие важное значение при «ближнем» прогнозе кровли пласта-коллектора.

По условиям распространения и методам выделения реперы подразделяются на две категории:

- реперы I порядка – регионально выдержанные, границы литологически контрастные и разделяющие крупные литолого-стратиграфические комплексы такой мощности, что возможно выделение и прослеживание этих реперов не только средствами ГТИ-ГИС, но и сейсморазведки ($R_1 \dots R_n$ – где n – порядковый номер репера);
- реперы II порядка – границы распространённые зонально или локально и разделяющие сравнительно маломощные или малоконтрастные пласты и пачки, выделяемые методами ГТИ-ГИС (R_{nm} – где n – индекс ближайшего верхнего репера I порядка, а m – индекс репера II порядка).

Как правило, не вызывает затруднений обоснование реперов, выделенных на основании изменений скорости проходки. Тем не менее, некоторые реперы (например, подошва каширских и подошва мелекесских отложений Саратовского Поволжья) не всегда чётко отбиваются скачкообразными изменениями скоростей. Поэтому, идентификация реперов I порядка должна осуществляться по комплексу механический каротаж + изучение шлама.

Исходя из опыта ГТИ установлено, что наиболее уверенно определяется в разрезе местоположение тех реперов, которые увязаны с общеизвестными сейсмическими поверхностями раздела. При расчленении разреза главенствующая роль принадлежит сейсмическим реперам I порядка в силу их регионального распространения и легкости выделения средствами ГТИ (переходы терригенный комплекс – карбонатный комплекс и наоборот). Кроме того, глубины залегания этих реперов с известной степенью точности известны до начала бурения, что значительно облегчает их идентификацию при оперативных ГТИ.

На рисунке 1 изображена схема составления прогнозного разреза для скв.2 по данным о глубинах залегания в ней реперов первого и второго порядков и глубинах до реперов первого порядка (отражающих горизонтов по скв.1).

При этом использованы следующие обозначения: R_n^m – абсолютные глубины n -го репера первого порядка по скважине m ; r_{nk}^m – абсолютные глубины n -го репера второго

порядка для скважины m , причём r_{n1}^m – репер, следующий вниз по разрезу за R_n^m ; Δr_{nk}^m – расстояние от репера R_n^m до r_{nk}^m ; A_1 и A_2 – альтитуды соответственно по скв.1 и 2.

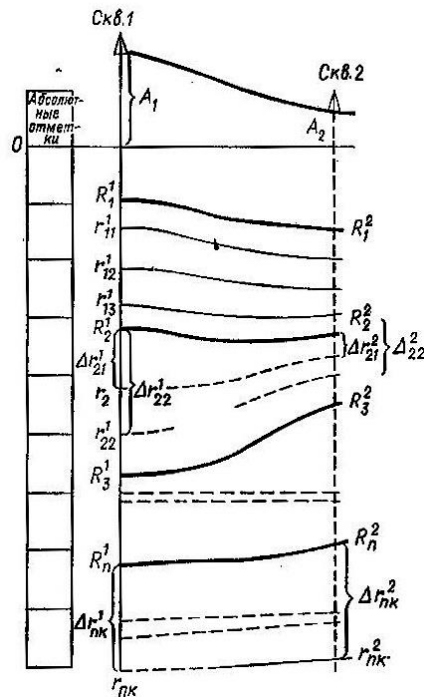


Рисунок 1 – Схема, поясняющая построение прогнозного разреза

Глубины залегания реперов второго порядка для проектной скважины (в нашем случае скв. 2) находятся исходя из предположения, что сокращение мощности пластов, залегающих между реперами первого порядка, приводит к пропорциональному сокращению мощности между реперами второго порядка.

Тогда

$$\Delta r_{nk}^2 = \Delta r_{nk}^1 \frac{R_{n+1}^2 - R_n^2}{R_{n+1}^1 - R_n^1}$$

Использованное выше предположение не всегда соответствует действительности. Например, в случае если репером второго порядка является кровля рифогенного массива, такой подход приводит к существенным ошибкам в оценке глубин и не должен применяться.

Абсолютная глубина залегания репера r_{nk}^2 находится по формуле $r_{nk}^2 = R_n^2 + \Delta r_{nk}^2$, фактическая $H_{r_{nk}^2} = r_{nk}^2 + A_2$.

При отбивке репера в большинстве случаев оказывается, что фактическая глубина его залегания отличается от прогнозной на величину невязки $\pm \Delta H$. Тогда глубины нижележащих пластов корректируются, т.е. изменяются на величину этой невязки.

Естественно такой подход не лишён недостатков - существует острая необходимость обнаружения маркирующих горизонтов в мощных литологически однородных толщах. Задача ещё более усложняется в случае разбуривания новых площадей, т.к. при этом нередко требуется корректировка представлений о геологическом строении той или иной структуры. Однако решением этой задачи может стать комплексная интерпретация данных LWD и ГТИ. Таким образом, описанный подход позволяет перейти к литолого-петрофизическому моделированию в процессе бурения, что является крайне актуальным на сегодняшний день.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ ДЕВОНСКИХ И КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (В САРАТОВСКОМ И САМАРСКОМ ПОВОЛЖЬЕ)

Головин К.Б.¹, Кузнецов И.В.², Калининкова М.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

²ООО НПО «Союзнефтегазсервис»

Работами отечественных и зарубежных специалистов обоснована возможность использования состава УВ газов для оценки фазового состояния углеводородных систем в пласте при проведении геолого-технологических исследований скважин¹. Компонентный анализ газовой смеси на основе существующих методик интерпретации позволяет получить оценку характера насыщения пласта-коллектора.

При этом применяют абсолютные и относительные значения, их граничные величины, а также газовые (флюидные) коэффициенты, являющиеся разнообразным сочетанием вышеуказанных компонентов.

Одной из классических прогнозных методик оценки характера насыщения пластов-коллекторов является методика палеток раздельного анализа газа (РАГ)² (рисунок 1).

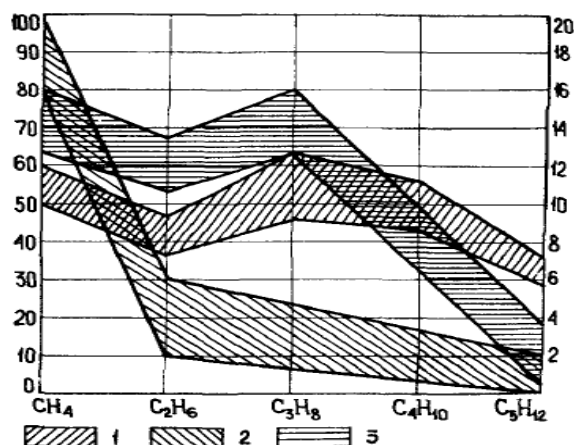


Рисунок 1 - Палетка раздельного анализа газа: 1 - нефтеносные; 2 – газоносные; 3 – водоносные пласты

Приведенная палетка является в известной мере схематичной и должна уточняться для конкретного района по результатам анализов проб пластовых флюидов, отбираемых при проведении ИПТ на ранее пробуренных скважинах данной площади и (или) по соседним площадям района.

ООО НПО «Союзнефтегазсервис», имеющим опыт геолого-технологического сопровождения бурения более 100 поисково-разведочных скважин на территории Саратовской и Самарской областей, накоплен статистически значимый объем фактического материала по пробам пластовых флюидов, отобранных глубинными пробоотборниками при проведении испытаний пластов в процессе бурения и оперативно проанализированных специалистами ГТИ.

В данной работе рассмотрена актуализации палетки РАГ для пластов, отдающих нефть. Пробы пластовых флюидов подвергались глубокой термовакuumной дегазации с использованием прибора ТВД по принятой в компании методике. Выделяемая в результате газовая смесь анализировалась с использованием хроматографов собственного производства на содержание УВ пяти компонентов – от метана до пентана включительно.

По данным компонентного газового анализа проб пластовых флюидов строились графики РАГ. На этих графиках на вертикальных осях откладывались средние величины относительного содержания УВ в процентах, полученные по результатам опробования нефтяных пластов. Через эти точки для каждого пласта проводились кривые (ломаные) линии, характеризующие средний компонентный состав газа в пласте, показанные на рисунке 2а.

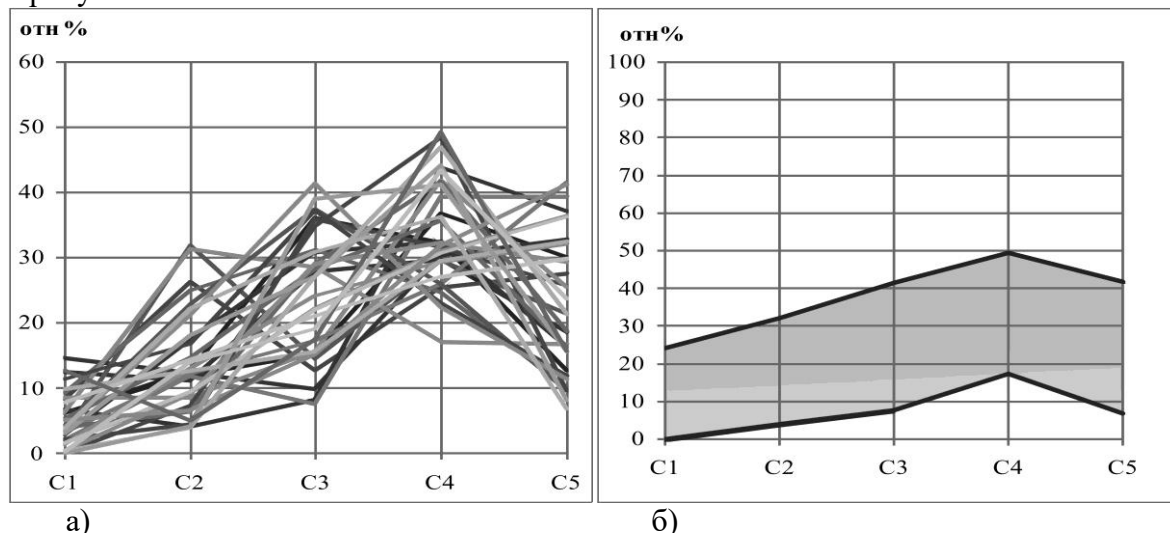


Рисунок 2 Фактические кривые РАГ девонских и каменноугольных нефтяных пластов Саратовского и Самарского Поволжья: а) дискретные данные; б) обобщенная зависимость.

Относительный состав газа по данным абсолютных газосодержания бурового раствора рассчитывался по формулам (1-5):

$$C1=C1/(C1+C2+C3+C4+C5) \times 100 \quad (1)$$

$$C2=C2/(C1+C2+C3+C4+C5) \times 100 \quad (2)$$

$$C3=C3/(C1+C2+C3+C4+C5) \times 100 \quad (3)$$

$$C4=C4/(C1+C2+C3+C4+C5) \times 100 \quad (4)$$

$$C5=C5/(C1+C2+C3+C4+C5) \times 100 \quad (5)$$

На рисунке 2б приведена результирующая палетка РАГ, рекомендуемая к использованию для подтверждения или исключения нефтяного характера насыщения пластов-коллекторов девонских и каменноугольных отложений Саратовского и Самарского Поволжья.

Список литературы

1. Лукьянов Э.Е. Геолого-технологические и геофизические исследования в процессе бурения. - Новосибирск: Издательский Дом «Историческое наследие Сибири», 2009. – 765 с.
2. Геолого-технологические исследования в процессе бурения. РД 39-0147716-102-87. Уфа: ВНИИнефтепромгеофизика, 1987. – 274 с.

О ПОСТРОЕНИИ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ В МЕТОДЕ СТАНОВЛЕНИЯ ПОЛЯ

Губатенко В.П.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

К числу важнейших проблем теории электромагнитных зондирований относится доказательство теорем единственности решения обратных задач. Вместе с тем, даже в случае единственности решения обратных задач для некоторых классов геоэлектрических разрезов, возникает ситуация, в которой кривые электромагнитных зондирований, соответствующие разным разрезам, практически не отличаются друг от друга. В этом случае такие разрезы называют эквивалентными [1].

В работе [2] в квазистационарном приближении доказана единственность решения одномерной обратной задачи электромагнитного зондирования, в которой по измеренной зависимости какой-либо компоненты электромагнитного поля от круговой частоты ω (или от времени t) на земной поверхности при фиксированном положении точки измерения относительно источника поля (электрического или магнитного диполя) должна быть определена электропроводность $\sigma(z)$, где z – глубина. Однако, как показано нами, этот замечательный результат не исключает существование в классе горизонтально-слоистых сред таких разных по электропроводности геоэлектрических разрезов, что при одинаковом возбуждении и измерении какой-либо компоненты электромагнитного поля ее значения, соответствующие каждой из этих сред, практически не отличаются между собой во всем временном диапазоне становления поля. Сформулируем критерий эквивалентности геоэлектрических разрезов.

В прямоугольной декартовой системе координат x, y, z рассмотрим немагнитную среду ($\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м) такую, что в области $z < 0$ находится изолятор, а в области $z \geq 0$ – горизонтально-слоистая среда с электропроводностью $\sigma_1(z)$. Пусть электромагнитное поле возбуждается вертикальным магнитным диполем с моментом

$$M(t) = \begin{cases} M = \text{const}, & t \leq 0, \\ 0, & t > 0, \end{cases} \quad \text{расположенным в начале } O \text{ системы координат } x, y, z \text{ (рис. 1а).}$$

1а). Хорошо известно, что в этом случае в круговой цилиндрической системе координат ρ, φ, z , связанных с координатами x, y, z соотношениями $x = \rho \cos \varphi$, $y = \rho \sin \varphi$, $z = z$, $0 \leq \rho < \infty$, $0 \leq \varphi < 2\pi$, $-\infty < z < \infty$, электромагнитное поле имеет только три отличные от нуля компоненты поля $E_{\varphi 1}$, $H_{\rho 1}$, $H_{z 1}$. Рассмотрим, например, азимутальную компоненту $E_{\varphi 1}(t)$ квазистационарного электромагнитного поля, измеряемую на некотором фиксированном расстоянии $\rho = \text{const}$. Пусть теперь в области $z \geq 0$ расположена немагнитная горизонтально-слоистая среда с электропроводностью $\sigma_2(z) \neq \sigma_1(z)$ (рис. 1б). Будем считать, что возбуждение и измерение электромагнитного поля для второй среды выполняется так же, как и в случае первой. Измеряемая компонента $E_{\varphi 2}(t)$ для второй среды, в соответствии с теоремой единственности решения одномерной обратной задачи, отлична от $E_{\varphi 1}(t)$. Будем говорить, что геоэлектрический разрез «2» эквивалентен геоэлектрическому разрезу «1» по порядку α

, если для всех $t > 0$ выполняется условие $\left| \frac{E_{\varphi 2}(t) - E_{\varphi 1}(t)}{E_{\varphi 1}(t)} \right| \leq \alpha$, где $\alpha > 0$ – достаточно малое число. Выбор порядка эквивалентности α зависит от многих обстоятельств. К ним

относятся, прежде всего, точность измерительной аппаратуры, внешние и геологические помехи. Для определенности выберем, например, $\alpha = 0.06$, что соответствует 6% относительному отклонению кривой $E_{\varphi_2}(t)$ от кривой $E_{\varphi_1}(t)$ для всех $t > 0$. Очевидно также, что если геоэлектрические разрезы эквиваленты по порядку $\alpha < 0.06$, то они тем более будут эквивалентны по порядку $\alpha = 0.06$.

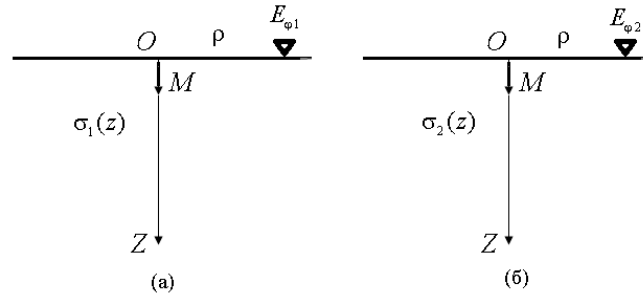


Рис. 1.

Пусть на некотором отрезке $[a, b]$, $0 < a < b < \infty$ электропроводность $\sigma_1(z)$ является быстро изменяющейся функцией. Например, слой, задаваемый отрезком $[a, b]$, может быть заполнен тонкослоистой средой с большим количеством маломощных слоев различной и сильно отличающейся электропроводностью. Непосредственное решение задачи о нахождении компоненты $E_{\varphi_1}(t)$ в присутствии такого сильно неоднородного слоя вызывает значительные трудности. Поэтому возникает желание заменить этот слой другим слоем той же мощности, но с некоторой постоянной, быть может анизотропной, электропроводностью. Тогда этот слой называют макроанизотропным, и при этом различают продольную σ_{τ} и поперечную σ_n электропроводности. Поскольку при заданном способе возбуждении электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде отсутствуют вертикальные составляющие тока проводимости, то поперечная электропроводность σ_n , в отличие от продольной электропроводности σ_{τ} , никак себя не проявляет. В результате такой замены получим геоэлектрический разрез «2» с распределением электропроводности $\sigma_2(z) = \begin{cases} \sigma_1(z), & z \notin [a, b], \\ \sigma_{\tau}, & z \in [a, b], \end{cases}$ «аппроксимирующий»

геоэлектрический разрез «1» с электропроводностью $\sigma_1(z)$, где продольную проводимость σ_{τ} определяют по заданной электропроводности $\sigma_1(z)$ геоэлектрического разреза «1» по формуле

$$\sigma_{\tau} = S_{ab} / (b - a), \quad (1)$$

где $S_{ab} = \int_a^b \sigma_1(z) dz$ – суммарная продольная проводимость слоя $-\infty < x < \infty$, $-\infty < y < \infty$, $a \leq z \leq b$ геоэлектрического разреза «1». Разумеется, мы ожидаем, что компонента $E_{\varphi_2}(t)$ для геоэлектрического разреза «2» будет мало отличаться от компоненты $E_{\varphi_1}(t)$ при $t > 0$, то есть геоэлектрический разрез «2» будет эквивалентен геоэлектрическому разрезу «1». Действительно, приведенная нами формула для электропроводности $\sigma_2(z)$ получена в результате усреднения уравнений Максвелла по физически малому объему, то есть предполагается, что тангенциальная компонента электрического поля почти не изменяется в пределах этого объема, и, следовательно, она приблизительно равна ее среднему значению. Замена изотропной среды макроанизотропной будет тем точнее, чем меньше мощность $b - a$ выделенного слоя. Однако, как мы убедились, мощность этого слоя может быть иногда весьма

значительной.

В том случае, когда отрезок $[a, b]$ большой, то его можно разбить на сумму n непересекающихся отрезков $[a_i, b_i]$, $i = 1, 2, \dots, n$ таких, что $[a, b] = \bigcap_{i=1}^n [a_i, b_i]$, воспользоваться формулой (1) применительно к каждому отрезку $[a_i, b_i]$, $i = 1, 2, \dots, n$, найти

$$\sigma_{\tau_i} = S_{a_i, b_i} / (b_i - a_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

и рассмотреть горизонтально-слоистую среду $\sigma_2(z) = \begin{cases} \sigma_1(z), & z \notin [a, b] \\ \sigma_{\tau_i}, & z \in [a_i, b_i], \quad i = 1, 2, \dots, n. \end{cases}$ Применение формул (1) и (2) помогает определить различные эквивалентные разрезы.

С помощью генератора случайных чисел определено 6 различных моделей геоэлектрического разреза «1» в виде 24-х слойных горизонтально-слоистых сред с кусочно-постоянной электропроводностью. Для каждого разреза сформированы соответствующие эквивалентные геоэлектрические разрезы «2». В простейшем случае для этого применялась формула (1), а в более сложном – (2). Расчет $E_{\varphi_1}(t)$ и $E_{\varphi_2}(t)$ компоненты E_{φ} становления поля вертикального магнитного диполя для геоэлектрических разрезов «1» и «2» выполнялся по программе, применяющей алгоритм, изложенный в работе [3]. Так как с увеличением глубины залегания проводящих слоев доминирующую роль в этих слоях играют низкие частоты сигнала становления поля, то на больших глубинах значительно увеличиваются размеры физически малых объемов, что приводит к расширению множества эквивалентных разрезов. В силу существования эквивалентных разрезов практически невозможно без дополнительной информации определить значения электропроводности слоев, слагающих эту среду, а можно лишь приближенно найти изменение по глубине суммарной продольной проводимости.

Список литературы

1. Электроразведка: Справочник геофизика. В двух книгах / Под ред. В.К. Хмелевского и В.М. Бондаренко. Книга первая. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1989. – 438 с.: ил.
2. Дмитриев В.И. О единственности обратной задачи электромагнитного зондирования слоистых сред // Физика Земли. 1994. №6. С. 30-34.
3. Губатенко В.П., Назаров А.А. Применение метода многократного интегрирования по частям для расчета неустановившегося электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде // Геология и геофизика. 1999. т.40. №12. С. 1843-1849.

ПОСТРОЕНИЕ КРИВОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ СТАНОВЛЕНИЯ ПОЛЯ ОТ ГЛУБИНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РАЗНОСОВ

Губатенко В.П., Осипов В.Г., Рахметов С.М.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В квазистационарном приближении рассмотрим следующую теоретическую модель [1]. Пусть в области $z > 0$ расположено однородное немагнитное ($\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м) проводящее полупространство с конечной проводимостью σ , а в области $z \leq 0$ находится идеальный проводник ($\sigma = \infty$) (рис. 1).

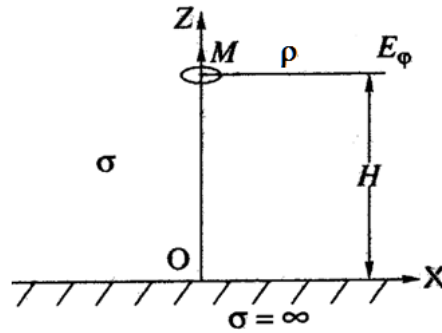


Рисунок 1 - Модель однородного немагнитного проводящего полупространства, ограниченного идеальным проводником.

Электромагнитное поле возбуждается ступенчатым отключением при $t = 0$ момента M вертикального магнитного диполя, расположенного на оси OZ и удаленного от идеального проводника на расстоянии H . В плоскости $z = H$ на расстоянии ρ от магнитного диполя измеряется азимутальная компонента E_φ электрического поля. Как показано в работе [1], компонента E_φ при $t > 0$ равна

$$E_\varphi = M \frac{\mu_0^{5/2} \sigma^{3/2}}{16\pi^{3/2} t^{5/2}} \rho \left[\exp\left(-\frac{\mu_0 \sigma \rho^2}{4t}\right) - \exp\left(-\frac{\mu_0 \sigma (\rho^2 + 4H^2)}{4t}\right) \right].$$

В качестве вспомогательной модели рассмотрим однородное проводящее немагнитное пространство с проводимостью σ . Таким образом, в обеих моделях электропроводности равны в области $z > 0$ и отличны в области $z < 0$, вместе с тем, условия возбуждения и приема сигнала становления те же самые. Компонента E_φ^0 , возбуждаемая магнитным диполем в присутствии однородного проводящего пространства, определяется [1] выражением

$$E_\varphi^0 = M \frac{\mu_0^{5/2} \sigma^{3/2}}{16\pi^{3/2} t^{5/2}} \rho \exp\left(-\frac{\mu_0 \sigma \rho^2}{4t}\right).$$

Отсюда следует, что $E_\varphi(t) \sim E_\varphi^0(t)$ при $t \rightarrow 0$, т.е. на ранних стадиях становления электрическое поле E_φ в присутствии однородного полупространства, подстилаемого идеальным проводником, практически такое же, как и в присутствии однородного пространства. Для нахождения времени t_1 проявления кровли идеально проводящего полупространства в сигнал становления поля рассмотрим [2] относительное отклонение $\delta(t)$ кривой E_φ^0 от E_φ :

$$\delta(t) = \frac{E_\varphi^0(t) - E_\varphi(t)}{E_\varphi(t)} = \left[\exp\left(\frac{\mu_0 \sigma H^2}{t}\right) - 1 \right]^{-1}.$$

Как видим из этого выражения, относительное отклонение $\delta(t)$ этих кривых не зависит от разноса ρ . Применяя метод, изложенный в работе [2] для отыскания t_1 , т.е. решая неравенства

$$\begin{aligned} |\delta(t)| &\leq \alpha \text{ при } 0 < t \leq t_1, \\ |\delta(t)| &> \alpha \text{ при } t = t_1 + 0, \end{aligned}$$

где $0 < \alpha < 1$ – порядок близости кривых, находим $t_1 = \frac{\mu_0 \sigma H^2}{\ln(1 + \alpha^{-1})}$.

Таким образом, время t_1 проявления в сигнале $E_{\varphi}(t)$ кровли идеально проводящего полупространств не зависит от разноса ρ , а определяется только параметрами геоэлектрической модели и выбором порядка α .

В работе [2] рассмотрена зависимость времени t становления поля от глубины z исследования при возбуждении электромагнитного поля вертикальным магнитным диполем, расположенным на дневной поверхности 11-ти слойного геоэлектрического разреза, и измерении азимутальной компоненты E_{φ} для разноса $\rho = 500$ м. Применяя тот же метод построения кривых $t(z)$ также для разносов $\rho = 200$ м, $\rho = 1000$ м, построена сводная таблица зависимости $t_i(z_i)$, где t_i – время проявления кровли i -го слоя, расположенного на глубине z_i , для различных разносов.

Таблица 1. Времена проявления t_i кровли i -го слоя для различных разносов

Номер i -го слоя	z_i , м	t_i , с		
		$\rho=200$ м	$\rho=500$ м	$\rho=1000$ м
1	0	0	0	0
2	200	0.000217	0.000286	0.000255
3	400	0.001047	0.001122	0.001122
4	600	0.003005	0.003086	0.003005
5	800	0.008049	0.008861	0.00821
6	1000	0.01247	0.013062	0.012595
7	1200	0.017842	0.017959	0.017842
8	1400	0.024531	0.02373	0.024288
9	1600	0.03545	0.033951	0.035099
10	1800	0.056027	0.054737	0.055472
11	2000	0.07185	0.070899	0.071139

Из таблицы видим, что значения $t_i(z_i)$ для различных разносов незначительно отличаются друг от друга, а их различие можно, по-видимому, отнести к погрешностям численного нахождения времен t_i , $i = 2, \dots, 11$.

То же самое видим из сводного рисунка 2, изображающего зависимость времени t от глубины исследования z для разносов $\rho = 200$ м, $\rho = 500$ м и $\rho = 1000$ м. Эта зависимость изображена пунктирной линией для разноса $\rho = 200$ м, точками – для разноса $\rho = 500$ м, штрихпунктирной линией – для разноса $\rho = 1000$ м.

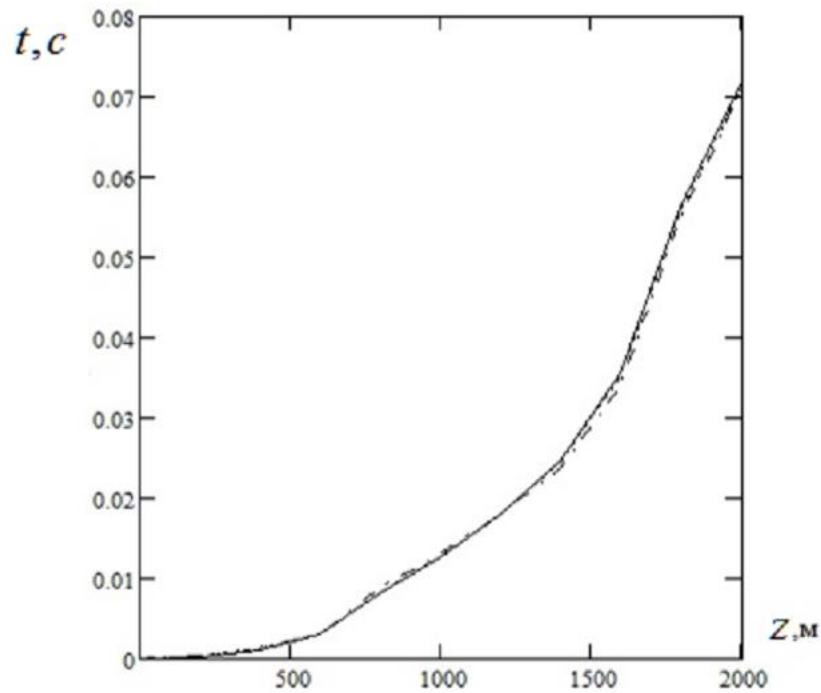


Рисунок 2 - Зависимость времени t от глубины исследования z для разносов $\rho=200$ м, $\rho=500$ м и $\rho=1000$ м.

Таким образом, как и в случае рассмотренной нами теоретической модели, время t_i проявления кровли i -го слоя, расположенного на глубине z_i , не зависит от разноса ρ , а зависит лишь от строения геоэлектрического разреза.

Список литературы

1. Губатенко В.П., Осипов В.Г., Назаров А.А. Квазиволновые свойства сигнала становления электромагнитного поля // Изв. РАН. Физика Земли. 2000. №3. С. 40-49.
2. Губатенко В.П., Рахметов С.М., В.Г. Осипов В.Г. Зависимость времени становления поля от глубины исследования // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Геологические науки» к 110-летию СГУ имени Н.Г. Чернышевского 24 - 25 октября 2019 года. Саратов, 2019. С.

ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ СТАНОВЛЕНИЯ ПОЛЯ ОТ ГЛУБИНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Губатенко В.П., Рахметов С.М., Осипов В.Г.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Применяемый в электроразведке метод становления поля в его различных модификациях, основан на закономерностях изменения во времени измеряемого на поверхности земли электромагнитного поля, возбуждаемого наземными источниками в горизонтально-слоистой проводящей среде. Так, хорошо известно [1], что в квазистационарном приближении сигнал становления поля для многослойной горизонтально-слоистой среды практически не отличается на ранних стадиях переходного процесса от сигнала для однородного полупространства с проводимостью первого слоя этой среды. Вместе с тем, на поздних временах t сигнал становления поля

стремится к сигналу для полупространства с проводимостью основания разреза, если эта проводимость отлична от нуля, и к сигналу для проводящей пленки Прайса-Шейнманна с поверхностной проводимостью, равной суммарной продольной проводимости рассматриваемого геоэлектрического разреза, если основанием разреза является непроводящая среда. Отмеченные свойства позволяют предположить, что глубина исследования определяется временем становления t : ранним временам t соответствуют малые глубины, а поздним – большие глубины. На качественном уровне этот вопрос решен в работах [2,3]. Целью настоящей работы является разработка количественного метода, позволяющего для заданной горизонтально-слоистой проводящей среды построить зависимость времени t становления поля от глубины z исследования.

Рассмотрим становление поля магнитного диполя с моментом $M(t) = \begin{cases} M, & t < 0, \\ 0, & t > 0, \end{cases}$

расположенного в начале $O(0,0,0)$ прямоугольной декартовой системы координат x, y, z и направленного вдоль оси OZ , в присутствии двух различных немагнитных сред ($\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м) сред с проводимостями $\sigma_1(z)$ и $\sigma_2(z)$, и пусть $\sigma_1(z) = \sigma_2(z) = 0$ при $z < 0$. Предположим, что как в первой среде с проводимостью $\sigma_1(z)$, так и во второй – с проводимостью $\sigma_2(z)$ измеряются на поверхности $z=0$ на расстоянии ρ от магнитного диполя соответствующие азимутальные компоненты $E_{\varphi_1}(t)$ и $E_{\varphi_2}(t)$. Будем считать, что сигналы становления поля $E_{\varphi_1}(t)$ и $E_{\varphi_2}(t)$ не различимы на интервале (t_1, t_2) по порядку α , если

$$\left| \frac{E_{\varphi_2}(t) - E_{\varphi_1}(t)}{E_{\varphi_1}(t)} \right| \leq \alpha \quad (1)$$

для всех $t \in (t_1, t_2)$, где α – достаточно малая положительная величина. Если, например, условие (1) выполняется для всех $t \in (0, \infty)$, то геоэлектрические разрезы с проводимостями $\sigma_1(z)$ и $\sigma_2(z)$ эквивалентны по порядку α . Положим, например, $\alpha = 0.02$.

В качестве среды с проводимостью $\sigma_1(z)$ сформирована с помощью генератора случайных чисел 11- слойная горизонтально-слоистая среда, проводимости σ_i , $i = 1, 2, \dots, 11$ которой заданы в таблице 1. Мощности первых 10 слоев одинаковы и равны 200 м. Последний 11-й слой среды – полупространство (основание разреза). Распределение $\sigma_1(z)$ от глубины z представлено на рисунке 1. Расчет азимутальной компоненты $E_{\varphi_1}(t)$ становления поля для момента $M = 1 \cdot \text{А} \cdot \text{м}^2$ и разноса $\rho = 500$ м выполнялся по алгоритму, разработанному в работе [4].

Таблица 1. Электропроводности σ_i геоэлектрического разреза

Номер i слоя	1	2	3	4	5	6
σ_i , См/м	0.02	$4.469 \cdot 10^{-2}$	$2.822 \cdot 10^{-3}$	$2.783 \cdot 10^{-1}$	$6.784 \cdot 10^{-3}$	$7.558 \cdot 10^{-2}$
Номер i слоя	7	8	9	10	11	
σ_i , См/м	$3.6 \cdot 10^{-4}$	$3.049 \cdot 10^{-3}$	$3.700 \cdot 10^{-2}$	$2.728 \cdot 10^{-1}$	0.1	

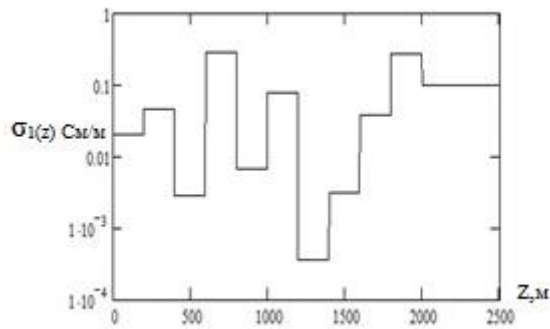


Рисунок 1 - Распределение $\sigma_1(z)$ по глубине z .

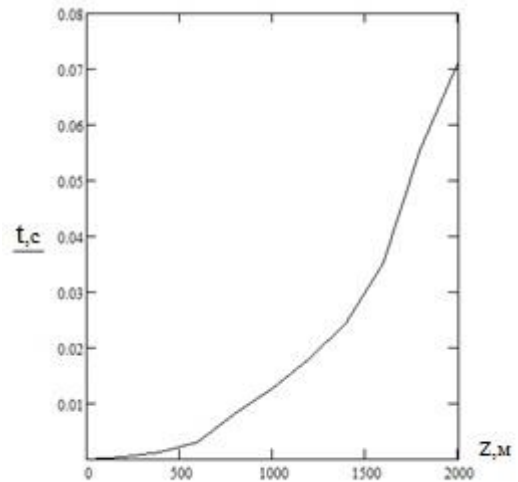


Рисунок 2 - Кривая $t(z)$.

Очевидно, что время проявления t_1 кровли первого слоя (дневной поверхности) равно нулю. Представляется очевидным также, что для определения времени t_i проявления кровли i -го слоя, $i = 2, 3, \dots, 11$ нужно существенно изменить проводимость этого слоя, оставляя оставшиеся слои без изменения, рассчитать для нового разреза азимутальную компоненту $E_{\varphi 2}^i(t)$, а затем сравнить результаты расчетов, применяя формулу (1). Таким образом, алгоритм нахождения времени t_i проявления кровли i -го слоя в сигнале становления поля сводится к следующей последовательности действий:

1. Кроме компоненты $E_{\varphi 1}$, соответствующей исходному разрезу, рассчитывается азимутальная компонента $E_{\varphi 2}^i$ для геоэлектрического разреза, отличающегося от исходного разреза только проводимостью i -го слоя. В данном случае проводимость i -го слоя выбиралась равной 1 См/м, так как она значительно превышает проводимости всех слоев исходного 11-слойного геоэлектрического разреза.
2. Рассчитывается относительное отклонение $\delta_i(t)$ кривой $E_{\varphi 2}^i$ от кривой $E_{\varphi 1}$ по формуле

$$\delta_i(t) = \frac{E_{\varphi 2}^i - E_{\varphi 1}}{E_{\varphi 1}}.$$

3. Определяется время проявления t_i кровли i -го слоя из условия

$$\begin{aligned} |\delta_i(t)| &\leq 0.02 \text{ при } 0 < t \leq t_i, \\ |\delta_i(t)| &> 0.02 \text{ при } t = t_i + 0. \end{aligned}$$

В таблице 2 содержатся рассчитанные времена проявления t_i кровли i -го слоя, $i = 1, 2, \dots, 11$ для разноса $\rho = 500$ м. На рисунке 2 изображена зависимость времени t становления поля от глубины исследования z . График функции $t(z)$ проходит через точки (t_i, z_i) , где z_i – глубина залегания кровли i -го слоя.

Как и следовало ожидать, функция $t(z)$ монотонно возрастающая, и, таким образом, существует взаимно однозначное соответствие между временем становления поля и глубиной исследования.

Таблица 2- Времена t_i проявления кровли i -го слоя, $i = 1, 2, \dots, 11$ для разноса $\rho = 500$ м

Номер i -го слоя	Глубина z_i залегания кровли i -го слоя, м	t_i , с;
1	0	0
2	200	0.000255
3	400	0.001122
4	600	0.003005
5	800	0.00821
6	1000	0.012595
7	1200	0.017842
8	1400	0.024288
9	1600	0.035099
10	1800	0.055472
11	2000	0.071139

Список литературы

1. *Жданов М.С.* Электроразведка: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1986. – 316 с.
2. *Губатенко В.П., Назаров А.А., Осипов В.Г.* Зависимость разрешающей способности и глубинности методов геоэлектрики от формы импульса стороннего тока / /Недра Поволжья и Прикаспия. Саратов. 2000. Вып. 22. с. 44-52.
3. *Губатенко В.П., Осипов В.Г., Назаров А.А.* Квазиволновые свойства сигнала становления электромагнитного поля //Изв. РАН. Физика Земли. 2000. №3. С. 40-49.
4. *Губатенко В.П., Назаров А.А.* Применение метода многократного интегрирования по частям для расчета неустановившегося электромагнитного поля в горизонтально-слоистой среде // Геология и геофизика. 1999. т.40. №12. С. 1843-1849.

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕНДОВ НОРМАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ В ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ «D-EXP» И «SIGMALOG»

Малюга А.Ю.¹, Макутин Н.Н.²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

²ООО «Геопромальянс»

Методы d-exp (1) и sigmalog (2) используются для оценки аномально-высокого порового давления (АВПоД) и выделения зон аномально высокого пластового давления (АВПД). Рассматриваемые методы базируются на нормализации механической скорости проходки, т.е. используют данные геолого-технологических исследований. Количественные значения порового давления через использование d-exp получают применением метода Итона, в котором определяющее значение имеет корректность построенной «линии нормального уплотнения». Метод Итона также используется при расчете АВПоД по данным геофизических исследований скважин (ГИС).

$$d \exp = \frac{\lg \frac{ROP}{18.3 * RPM}}{\lg \frac{0.67WOB}{D_h}} \quad (1)$$

где: WOB – нагрузка на долото, т; RPM – обороты долота в минуту; Dh – диаметр скважины, мм; ROP – скорость проходки м/ч;

$$\sqrt{\sigma_0} = \left(1 + \frac{\sqrt{1 + n^2 \Delta P^2}}{n \Delta P}\right) * \frac{WOB^{0.5} * RPM^{0.25}}{D_h * ROP^{0.25}} \quad (2)$$

где:

$\sqrt{\sigma_0}$ – sigmalog; WOB – нагрузка на долото, в фунтах; RPM – обороты долота в минуту; D_h – диаметр скважины, в дюймах; ROP – скорость проходки, фут/ч; ΔP – дифференциальное давление между столбом промывочной жидкости и гидростатическим давлением (3), в атм;

$$\Delta P = (d_f - G_p) \frac{H}{10} \quad (3)$$

$$\frac{WOB^{0.5} * RPM^{0.25}}{D_h * ROP^{0.25}} = \sqrt{\sigma_t} \quad (4)$$

$\sqrt{\sigma_t}$ – общая прочность породы (total rock strength)

n – функция по времени (5 или 6) используемая для учета изменения дифференциального давления из-за влияния шлама, зависит от литологии и в частности пористости, при $\sigma_t > 1$ равна

$$n = \frac{1}{640} \left(4 - \frac{0.75}{\sqrt{\sigma_t}}\right) \quad (5)$$

при $\sigma_t \leq 1$ равна

$$n = \frac{3.25}{640 \sqrt{\sigma_t}} \quad (6)$$

Линия нормального уплотнения в своем классическом значении представляет собой тренд на уменьшение пористости пластов глин с глубиной, отклонение от которого в сторону увеличения пористости, служит признаком наличия зоны АВПоД в таких пластах и приближения к зоне АВПД.

В рамках работ по оценки зон АВПоД с получением количественных значений на основе метода Итона, выстраиваемая «линия нормального уплотнения» фактически представляет собой теоретические средние значения d-expr (или другой показатель/метод, в том числе из комплекса ГИС), соответствующие условиям гидростатических пластовых/поровых давлений.

Метод d-expr имеет ограничения эффективности в карбонатном разрезе, т.к. для его применения необходимо наличие глинистых пластов. В карбонатном разрезе большее применение имеет метод sigmalog.

В докладе рассматриваются процессы и результаты построения трендов нормального уплотнения по методам d-expr и sigmalog для скважины, имеющей развитые терригенные отложения в верхней толще до 1000 м с последующим переходом к преимущественно карбонатным отложениям.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА СЕЧЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ КАРТ И ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ СТРУКТУР

Михеев С.И.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Вопросы выбора сечения изолиний при построении структурных карт по данным сейсморазведки уже длительное время дискутируются и отражены в многочисленных

публикациях. Известные попытки решить эту задачу с помощью того или иного формализованного подхода до настоящего времени не привели к удовлетворяющему практику решению. Поэтому при выборе сечения изогипс среди специалистов сохраняются разногласия. Сложившаяся ситуация объясняется тем, что обоснование сечения структурных карт осложнено необходимостью решения сразу нескольких разноплановых задач. Так, одновременно ставятся требования наглядности построений, надежности интерполяции вычисленных по профилям или в точках данных, уменьшения влияния случайных ошибок, надежного отображения на картах целевых объектов и др. Удовлетворить все эти требования только на основе оптимизации сечения изолиний, невозможно так как выигрыш в одном зачастую ведет к потерям в другом. Например, слишком большое сечение изолиний нередко ведет к сглаживанию важных деталей строения изучаемого объекта. Необоснованный же выбор малого сечения ведет к появлению на карте недостоверных деталей за счет случайных погрешностей построения. В связи с вышесказанным при сейсморазведочных работах наметилось два подхода. В большинстве случаев специалисты подходят к выбору сечения изогипс формально, опираясь на действующие справочники и методическую литературу. Реже некоторые сейсморазведчики указывают на невозможность корректного решения обсуждаемой задачи и ориентируются только на критерий наглядности отображения на построенных картах геологического строения изучаемых территорий.

Согласно параграфу 195 действующей инструкции по сейсморазведке «сечение карты следует выбирать равным погрешности определения глубин. При исследовании малоамплитудных структур и достаточно густой сети исследований допустимо сечение, равное половине ошибки в определении глубины». На такое же сечение изолиний ориентируют также новые но, по разным причинам не утвержденные, проекты инструкций по сейсморазведке, разработанные в 1998, 2001 и 2003 гг. Поэтому в отчетах о результатах выполнения ГРР и в паспортах на бурение структур, как правило, сечение карт выбирается равным ошибке или половине ошибки в определении глубины. Такой выбор обеспечивает возможность вычисления альтернативной по отношению к наиболее распространенной сейчас в России аналитической методике оценки достоверности существования структур. При выборе сечения структурных карт равным половине ошибки в определении глубины имеет место следующая приближенная зависимость между количеством изолиний, изображающих объект, и его надежностью P :

- объекты с надежностью $P < 0,265$ на структурной карте не изображаются;
- объект, представленный на карте одной замкнутой изогипсой имеет минимальную надежность $P_{\text{мин}} \approx 0,265$;
- двумя изогипсами $P_{\text{мин}} \approx 0,625$;
- тремя изогипсами $P_{\text{мин}} \approx 0,940$;
- четырем и более замкнутыми изогипсами имеют надежность $P = 1,0$.

В практических ситуациях удовлетворить требования инструкции к соотношению погрешности определения глубины Δh и сечения изолиний крайне сложно. Это связано с тем, что сама величина Δh может быть корректно вычислена лишь при знании большого числа промежуточных величин, которые обычно точно не определяются. Так, в «Инструкции по оценке качества структурных построений и надежности выявленных и подготовленных объектов по данным сейсморазведки МОВ-ОГТ» указано (см. пункт 1.2 Инструкции), что она зависит от:

1. Используемой при интерпретации модели среды;
2. Ошибок измерения кинематических параметров – времен и скоростей.

Трудности возникают при оценке роли и вклада обоих факторов. Так, истинные типы моделей сред априори не известны. Поэтому они не могут быть в полной мере учтены при прогнозной оценке точности построений. Более того, сам выбор типа модели в значительной мере субъективен. Но, такой выбор определяет алгоритм вычисления

величины погрешности определения глубины. То есть, уже на начальной стадии, неправильно выбрав тип модели среды, заведомо можно получить неточные результаты.

Корректно определить ошибки измерения кинематических параметров еще более сложно. Например, погрешность времени регистрации отраженных волн является следствием влияния случайных и остаточного фона регулярных волновых помех, неточного задания априорных статических поправок, случайного недокорректированного разброса времен и амплитуд суммируемых волн, погрешностей снятия времен отражающего горизонта с временных разрезов и т.д.

На величине ошибки определения глубин отрицательно сказываются и погрешности интерполяции данных по профилям и скважинам.

Помимо перечисленных существуют и множество других, не учитываемых в практике причин возникновения погрешностей в результатах структурных построений. К ним следует отнести ограниченную разрешающую способность сейсмического метода по латерали, анизотропию скоростей, наличие локальных неоднородностей в разрезе ниже выбранных для структурных построений линий приведения и др.

К другой весьма значимой, но не до конца решенной проблемой при оценке достоверности подготовленных сейсморазведкой структур является проблема выбора априорной вероятности наличия объекта P . Действующая инструкция по сейсморазведке предусматривает выбор значения априорной вероятности P , равного 0.1. При наличии указаний на возможность существования структуры по данным других геофизических методов, P допустимо принимать равной 0.2. То есть, задание другого значения P инструкцией не предусматривается. Но, на практике с целью «подгонки» прогнозных оценок надежности подготовленных к глубокому бурению структур к желаемым зачастую задают при расчетах величины P в диапазоне от 0.2 до 0.6 и даже более. По нашему мнению, несмотря на противоречие с инструкцией, такие значения в принципе допустимы, но, только в том случае, когда дано их научное обоснование. По нашему мнению, с этой целью целесообразно использовать формулу Байеса.

Обобщение вышеприведенных данных приводит к выводу о том, что в практике сейсморазведочных работ наблюдается не полный учет объективно обусловленных трудностей определения погрешностей определения глубин залегания отражающих горизонтов. Это приводит к переоценке реальных возможностей сейсморазведки, что, в свою очередь приводит к погрешностям в обосновании сечения изогипс при структурных построениях и завышению оценок надежности подготовленных к глубокому бурению структур.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ВСКРЫТИЯ КРОВЛИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ СКОРОСТИ ПРОХОДКИ

Руднев С.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Одной из задач геолого-технологических исследований в процессе бурения является оперативное определение вскрытия кровли продуктивного пласта. Реализация данной задачи может осуществляться двумя способами: с помощью информации поступающей с забоя скважины (газосодержание ПЖ, шлама, наличие коллекторов по шламу) и путем анализа изменения некоторых технологических параметров при вскрытии потенциально-перспективных пластов - скорости проходки, расхода промывочной жидкости (фильтрационный каротаж), давления в циркуляционной системе.

Первый способ определения момента вскрытия осуществляется с отставанием, равным времени движения забойных порций до устья, второй - мгновенно. В существующих методических пособиях изложение всех этих способов носит общий теоретический характер, который не позволяет не только выбрать из них наиболее оптимальные для конкретных геологических условий, но и вообще использовать их из-за отсутствия конкретных количественных критериев, определяющих вскрытие кровли потенциально перспективных пластов. В частности:

- отсутствуют числовые критерии технологических параметров, которые определяют момент вскрытия пласта;

- не ясны условия, при которых могут быть использованы методы с отставанием, обеспечивающими отбор керн в интервале перспективных пластов.

Изучение рассматриваемого вопроса показало, что наиболее перспективным для этого является параметр скорости проходки, выраженный через:

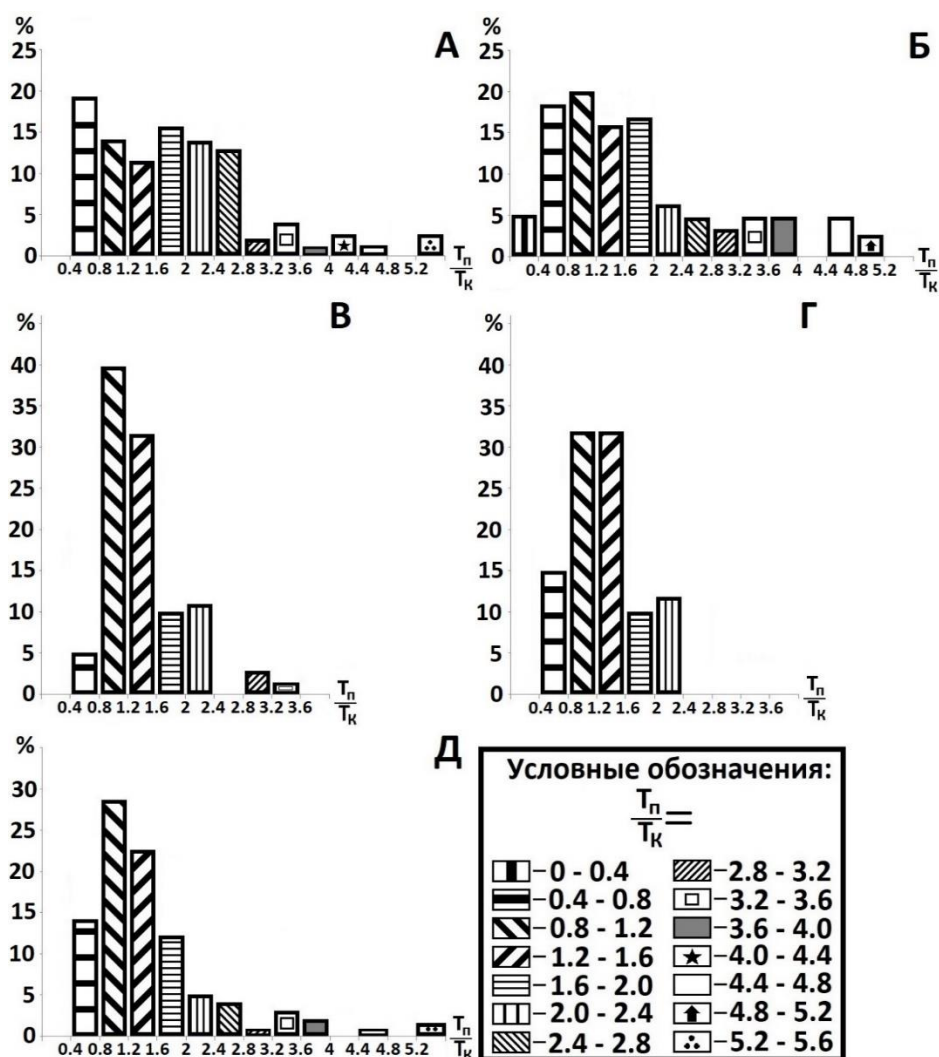
$$t_0 = \frac{t_{\text{п}}}{t_{\text{к}}},$$

где $t_{\text{п}}$ - время бурения в покрышке,

$t_{\text{к}}$ - в перспективном коллекторе.

Использование относительной величины (t_0) обусловлено, в данном случае, стремлением исключить из рассмотрения влияние на абсолютное значение скорости проходки технических факторов - типа долота, числа оборотов ротора, нагрузка на долото и др. Действительно трудно себе представить, чтобы переход из покрышки в коллектор совпадал одновременно с изменением всех перечисленных параметров.

Таким образом, в результате указанного подхода величина t_0 должна зависеть, в основном, только от буримости самих пород, а она (буримость) в покрышках и коллекторах должна быть не одинаковой. С целью изучения этого вопроса и установления критериев момента вскрытия пласта было проанализировано распределение величины t_0 при разбуривании перспективных пластов различных стратиграфических подразделений. При этом исходим из условия: при t_0 близкой к единице (принято 0.8-1.2) момент вскрытия пласта по значению фиксируется неуверенно, в остальных случаях - достаточно четко. Полученные результаты представлены на рисунке 1.



а – верейские отложения; б – алексинские, тульские, бобриковские отложения; в – карбонатные отложения (C_1+C_2); г, д – карбонатные отложения (D_3)

Рисунок 1 - Распределение отношений t_n/t_k для отложений различного возраста

Анализ представленной графики позволяет сделать ряд крайне важных выводов.

1. в терригенных коллекторах в подавляющем большинстве случаев (80 и более процентов) переход "покрышка-кровля" четко фиксируется по значениям t_0 . В частности:

— верейские отложения - в 66.7 % случаев значения t_0 более 1.2; 19,3% - менее 0.8 и только в 14% случаев - лежат в пределах неуверенной фиксации момента вскрытия пласта.

— алексинские, тульские, бобриковские отложения - в 61.8% значения t_0 более 1.2; 21.5% - менее 0.8. 19.6 % составляют случаи неуверенного выделения кровли пласта.

2. процент неуверенного выделения кровли пластов в карбонатных отложениях несколько выше, но не превышает 39.8%.

Таким образом становится очевидной обоснованность предлагаемого в настоящем докладе метода. Его применение на практике позволит существенно увеличить однозначность вскрытия кровли пласта за счёт наличия числового критерия, исключив при этом ошибки, основанные на субъективных выводах операторов ГТИ.

РЕШЕНИЕ «ПРОБЛЕМЫ ПРЯМОГО ОБРАТНОГО ХОДА В ГРАВИРАЗВЕТКЕ»

Санникова Е.П., Тимофеев В.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

При решении задачи «проблемы прямого обратного хода в гравirazветке» был разбит профиль, каждая из точек которого была зафиксирована плитой, на которую устанавливался гравиметр в ходе измерения. В течение суток было произведено семь циклов замера, каждый из циклов был пересчитан по классической схеме уравнивания «ноль пункта». Затем было подсчитано среднее значение в каждой точке. На рисунке 1 приведены результаты данных расчётов, то есть отклонение от среднего в каждой из точек. Была рассчитана среднеквадратичная погрешность по профилю, которая составила менее 3 микроГалл.

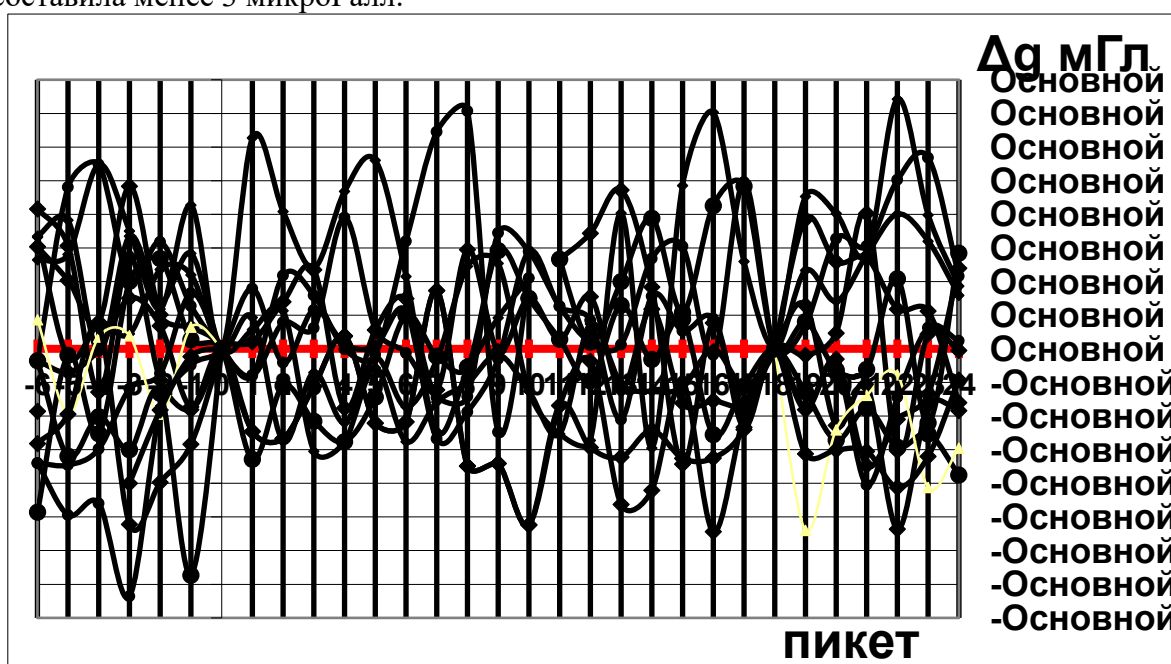


Рисунок 1 - Результаты расчётов рейсов по классической схеме.

Впоследствии был произведён перерасчёт результатов с учётом характера вариации гравитационного поля, исходя из принципа, что при одинаковых значениях поля и характере поведения вариационной кривой значения поля эквипотенциальны. Расчёт произведён для каждой точки в отдельности и построен график поведения каждой из точек. Затем с учётом среднего значения каждой точки графики были сведены на единую диаграмму. На рисунке 2 показана совокупная диаграмма данных результатов. Как видно, на диаграмме совокупное расположение значений носит квазиэллипсовидный характер и представляет собой ненасыщенный гистерезис трансформации гравитационного поля. Аналогичную картину мы можем наблюдать на рисунке 3, где подобным образом представлены графики смещения «ноль пункта» гравиметра, в стационарных условиях на горизонтально-слоистой среде (6 корпус СГУ, жирная линия) и северо-восточном склоне Соколовогорской структуры (тонкая линия).

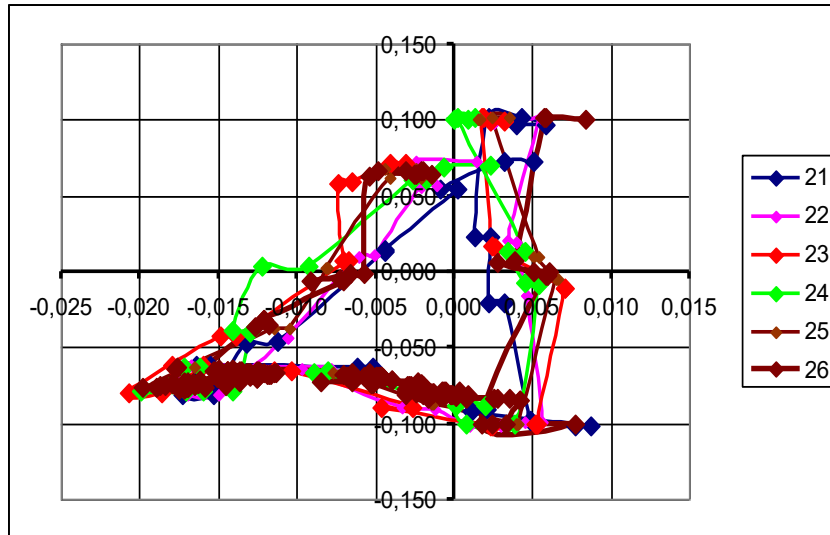


Рисунок 2 - Сводная диаграмма

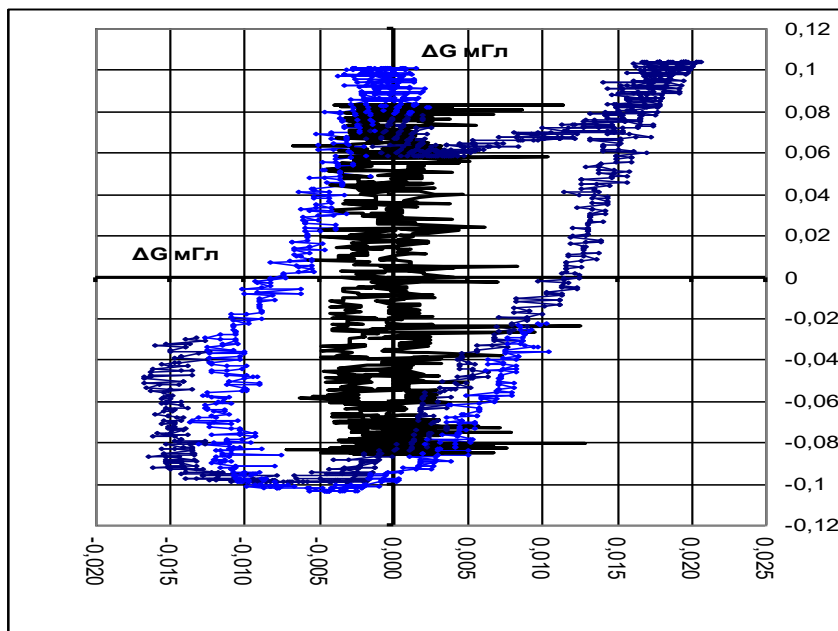


Рисунок 3 - Графики смещения «ноль пункта» гравиметра, в стационарных условиях над различными средами

Вывод: каждый из ходов является случайно-статистической выборкой относительно некоторой подвижной точки, а в совокупности набор ходов после перерасчёта представляет собой динамику изменения трансформаций гравитационного поля относительно мнимой динамически устойчивой точки.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГАЗОВОГО КАРОТАЖА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕГАЗАТОРОВ ПОСТОЯННОГО ОБЪЕМА С БЛОКОМ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ

Чирков В.Ю.¹, Малюга А.Ю.²

¹ООО «СНГС-Гео»

²ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Одной из актуальных проблем развития технологий сопровождения процесса строительства скважин является повышение достоверности и информативности газового каротажа с целью перехода от качественных к полуколичественным и количественным методам его интерпретации. При этом, в настоящее время в России обычно применяются дегазаторы пассивного типа, не стандартизованные активные дегазаторы или дегазаторы типа QGM. Для приборов данного типа связь регистрируемых газопоказаний с объемным газосодержанием бурового раствора изменяется во времени в зависимости от свойств бурового раствора и может быть точно установлена только дискретно путем проведения контрольной термовакuumной дегазации. В мировой практике проведения газового каротажа на особо ответственных и морских месторождениях широкое распространение получили дегазаторы постоянного объема, обеспечивающие достоверное количественное определение концентрации газов в буровом растворе, вне зависимости от его расхода и реологических характеристик.

В рамках реализации стратегии импортозамещения специалистами группы компаний «Сознефтегазсервис» был разработан и внедрен в опытно-промышленную эксплуатацию дегазатор постоянного объема с блоком термостабилизации и датчиком расхода Кориолисового типа. Как показали проведенные испытания, разработанные приборы обеспечивают значительное повышение качества газового каротажа и имеют следующие преимущества по сравнению с активными дегазаторами типа QGM:

- за счет непрерывной регистрации расхода бурового раствора через дегазатор и расхода дегазированной ГВС через ГВЛ обеспечивают возможность непрерывного определения объемного газосодержания бурового раствора, что делает возможным применение количественных методов интерпретации;
- применение датчика Кориолисового типа обеспечивает возможность работы на буровых растворах любого типа и непрерывную регистрацию плотности и температуры дегазируемого бурового раствора;
- применение блока термостабилизации обеспечивает постоянство коэффициента дегазации в широком диапазоне температур и его значительное повышение при проведении работ в условиях экстремально низких температур;
- стабильность коэффициента дегазации в широком диапазоне свойств и температур бурового раствора обеспечивает возможность интерпретации данных дифференциального газового каротажа (на входе и выходе скважины);
- система принудительной подачи бурового раствора в дегазатор обеспечивает возможность отбора пробы в любой точке циркуляционной системы, в том числе из закрытого желоба до контакта с атмосферой, что обеспечивает значительное повышение достоверности данных газового каротажа;
- при применении дегазатора постоянного объема с блоком термостабилизации значительно повышается коэффициент дегазации по тяжелым углеводородным компонентам, что делает намного более информативным анализ относительного газового состава и позволяет применять специальные методики анализа тяжелых компонент («нефтяной каротаж»).

Таким образом, по результатам опытно-промышленной эксплуатации разработанных дегазаторов постоянного объема, в течение 2 лет было показано, что приборы данного типа имеют значительные преимущества по сравнению с ранее использовавшимися, позволяют получать данные газового каротажа качественно нового уровня и переходить к полуколичественным и количественным методам их интерпретации.

АКТИВИЗАЦИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОСТОЯННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

Шигаев В.Ю.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

При электроразведочных исследованиях на нефть и газ возникают затруднения с использованием в качестве основного поискового признака увеличение удельного электрического сопротивления, связанного с насыщением коллекторов углеводородами (УВ). Причиной этому служат как малоcontrastные изменения геоэлектрических характеристик горных пород в приконтактных участках, так и наличие в разрезе низкоомных нефтегазонасыщенных коллекторов.

В связи с этим представляется актуальным включение в комплекс нефтегазопроисковых работ геоэлектрохимических методов, основанных на получении вещественной характеристики горных пород, как в залежи, так и в зонах эпигенетических изменений надпродуктивных отложений. При этом аномалеобразующими параметрами являются концентрации типоморфных эпигенетических многовалентных элементов: $Fe^{2+, 3+, 6+}$, $Cu^{1+, 2+}$, $Co^{2+, 3+}$, $V^{2+, 3+, 4+, 5+}$ и др.

Плановое положение и форма геоэлектрохимических аномалий определяется рядом факторов: тектонических, литологических, гидрогеологических, физико-химических и т.д. Все они являются функцией системы экзогенных и эндогенных геологических процессов, проходящих в Земле, изменчивых в масштабе временных геофизических измерений. Фактически мы имеем дело с контаминацией – возникновением нового интегрального свойства, функциональной связи всех уровней организации составляющих компонент, влияющих на распределение геохимических параметров.

При этом вещественная характеристика отдельных составных частей системы, например, валовое содержание элементов в породе, в силу малой контрастности их распределения в зоне воздействия УВ и за ее пределами не может являться критерием однозначной интерпретации. Одним из путей более объективного изучения вещественного состава пород, перекрывающих залежи нефти и газа, является оценка концентраций микроэлементов по формам их нахождения, основанная на активизации геохимических процессов постоянным электрическим током. Отличительной особенностью взаимодействия электрического тока с горными породами является нелинейный характер электрокинетических и электрохимических процессов в них, что определяет нелинейность геоэлектрохимических методов.

Разработанный на кафедре «Геофизики» ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» лабораторный геоэлектрохимический метод предусматривает спектральный анализ проб на определённый круг элементов с переменной валентностью ($Mn^{2+, 4+}$, $Ni^{2+, 3+}$, $Ti^{3+, 4+}$, $Cu^{1+, 2+}$, $V^{2+, 3+, 4+, 5+}$ и др.) до воздействия на них постоянного электрического тока

заданной плотности и после такого воздействия в течение рекомендуемого интервала времени. Единовременное проведение полевых исследований по всей изучаемой площади позволяет нивелировать влияние температуры, естественной влажности и других климатических факторов на пробы. Спектральный анализ дает возможность синхронно определять концентрацию 10-12 химических элементов до и после электрообработки в 80-100 координатных точках.

Электрический ток по своей сути является катализатором геохимических процессов в образцах, под его воздействием достигается крайняя степень восстановления и окисления в приэлектродных частях и рост содержания подвижных форм микроэлементов на соответствующих электродах. Данный факт позволяет осуществлять достоверную локализацию аномалий повышенных концентраций микроэлементов над залежами нефти и газа. В результате по данным изучения состава проб выявляются аномальные зоны повышенных концентраций подвижных форм микроэлементов, окаймляющих залежь.

По результатам исследований на разных уровнях среза построены геоэлектрохимические модели типовых месторождений УВ, соответствующие различным нефтегазоносным провинциям, которые могут быть использованы при геолого-поисковых работах на нефть и газ.

Рассмотренные данные приводят к пониманию необходимости системного подхода к проблеме прогнозирования нефтегазоносности локальных объектов и важности привлечения к исследованиям вещественных характеристик геологической среды.

**Литология,
геохимия и
геохимические
методы
поиска
полезных
ископаемых**

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЛОМИТ-МАГНЕЗИТ-АНГИДРИТОВЫХ ПОРОД ИЗ КРОВЛИ ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Гончаренко О.П., Московский Г.А., Шелепов Д.А., Соломон М.В., Байгузина А.З.
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В разрезе галогенных отложений своеобразным «реперным» горизонтом являются породы доломит-ангидритового и доломит-магнезит-ангидритового состава. Такие горизонты известны в пределах Башкирского Приуралья, Волго-Уральской области, юго-западной прибортовой части Прикаспийской впадины (Сарпинско-Тингутинская площадь). Распределение породообразующих минералов – доломита, ангидрита и магнезита в породе неравномерно и они образуют породы переменного состава: доломит-магнезит-ангидритовые, магнезит-доломитовые-ангидритовые и т.п. В качестве примеси присутствуют полигалит (?), гипс, глинистые минералы, которые иногда составляют до 15-20%. Типично в породах присутствие целестина, стронцианита, гидроборацита, борацита, сульфоборита, калиборита. Целестин образует неравномерно распределенные зернистые агрегаты, приуроченные, как правило, к засульфаченным участкам карбонатов. Стратиграфически наиболее крупные скопления целестина (в ангидрит-содержащих карбонатах) приурочены по данным многих исследователей к низам кунгурских отложений, т.е. к началу галогенной седиментации.

Доломит-магнезит-ангидритовые породы были установлены не только в основании кунгурских гидрохимических отложений, но и над погожской калийной пачкой в пределах южной части Гремячинского месторождения (СКВ. 3, 4, 5, 6). Характерной особенностью пород является присутствие в них интервала, с повышенным содержанием целестина (5-7%) и боратов (17 м, СКВ.3, интервал 1027-1044 м).

Уже первые результаты изучения их состава, полученные геологами Волгоградской экспедиции, Московского и Саратовского госуниверситета показали, что выявление условий их формирования, во-первых, позволит более полно охарактеризовать генезис всего комплекса галогенных толщ региона. Во-вторых, подойти к решению вопроса источника вещества, являвшегося основой минерализации, сопутствующей калийной, которая потенциально может рассматриваться как полезное ископаемое.

Работами ООО «Евро Хим-Волга Калий» при разведке месторождения изучение этих образований были продолжены в ряде скважин (СКВ, 8,9,10,28). Первые данные об этих породах, полученные нами, позволили утверждать, что исходным материалом для них были водорослевые известняки типа строматолитов замещенных призматически-зернистым ангидритом. Существенная роль в составе этих пород принадлежит скоплениям пелитоморфного доломита и магнезита, их перекристаллизованными разностями а также агрегатам кристаллов галита, обрамленного крустификационными каемками ангидрита (размером до 0,5-1 мм) и крупными таблитчатыми кристаллами целестина, реже – борных минералов. Рентгеновским фазовым анализом в этой породе нами здесь установлены: целестин $\text{Sr}(\text{SO}_4)$ сульфоборит $\text{Mg}_6[\text{B}_4\text{O}_{10}](\text{SO}_4)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, барит $\text{Ba}(\text{SO}_4)$, гидроборацит $\text{CaMg}[\text{B}_6\text{O}_7](\text{OH})_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, колеманит $\text{Ca}_2[\text{B}_6\text{O}_{11}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, витчит $\text{SrB}_6\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, пробертит $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и в одном образце – крайне редкий – говлит $\text{Ca}_2[\text{B}_5\text{SiO}_9](\text{OH})_5$

Определения содержания B_2O_3 в этих породах, по данным лаборатории Волгоградской ГРЭ, составляет 0,8 – 1,5%, при повышенных содержаниях лития. Столь высокое валовое содержание бора, при наличии относительно редкой вкрапленности борных минералов позволяет предполагать его вхождение в виде примеси в

пелитоморфных агрегатах породы и в виде изоморфной примеси в других минералах. Это отражается, например, в оптических аномалиях в ангидрите. Следует сказать, что с процессом, обусловившим появление борной минерализации (а также целестина и барита) в доломит-магнезит-доломитовой породе, связано, видимо, её появление в виде аксессуаров и в ангидрит-галитовых породах базального горизонта вышележащей ритмопачки, и в самих сильвинитах.

В целом, после изучения шлифов и аншлифов процесс минералообразования в этой породе нам представляется как метасоматическое замещение первичной карбонатной породы под влиянием нескольких стадий взаимодействия с растворами разного генезиса. С одной стороны, образующиеся на стадии опреснения, в краевой части бассейна, карбонатные породы, подверглись воздействию рапы солеродного бассейна, находящейся на эвтонической стадии. С другой стороны, во время длительного перерыва в седиментации, после садки калийных пород, эта зона седиментогенеза находилась под влиянием вод хлоридно-кальциевого состава, имевших, либо глубинное происхождение, либо представлявших отжимаемые при диагенезе растворы калиеносного горизонта. И, наконец, на третьем этапе преобразования, эти породы подверглись существенной переработке за счет рапы солеродного бассейна, находящейся на сульфатной или начале хлоридной стадии, что связано с формированием залегающей выше ритмопачки соленосного разреза региона.

С целью решения вопроса генезиса минерализации нами были выполнены определения содержаний ряда элементов в 20 образцах магнезит-доломит-ангидритовых породах рентгено-флюоресцентным методом в лаборатории Института Химии Саратовского госуниверситета.

Анализ результатов, не смотря на фрагментарный отбор материала, позволяет сделать следующие заключения:

- в изученных образцах компоненты, имеющие стопроцентную встречаемость, характеризуются крайне невыдержанными содержаниями. Так количество K_2O изменяется от 1,16% до 28,82%, то же касается и стронция, хлора, сернистого ангидрита. Несмотря на то, что для большинства компонентов не устанавливаются корреляционных связей, между стронцием и кальцием ($R=0,61-0,83$) и между калием и бромом ($R=0,91$) корреляция является существенной. Тогда как, между стронцием и сернистым ангидритом, хлором и калием корреляция отсутствует. В данном случае очевидна связь содержаний брома с эвтонической рапой солеродного бассейна. А отсутствие связи хлор-калий отражает то, что большая часть хлора в породе поступила позднее, с рапой существенно меньшей концентрации.

Таким образом, две стадии из трех предполагаемых нами подтверждаются. Отсутствие, каких либо корреляционных связей у стронция, повышенные количества бора в породе, позволяет предполагать и третью стадию преобразования этих пород. Но считать эти предположения полностью обоснованными, пока нельзя. Для этого требуются дальнейшие работы по определению содержаний микроэлементов не только в доломит-ангидритовых породах, но и в сильвинитах.

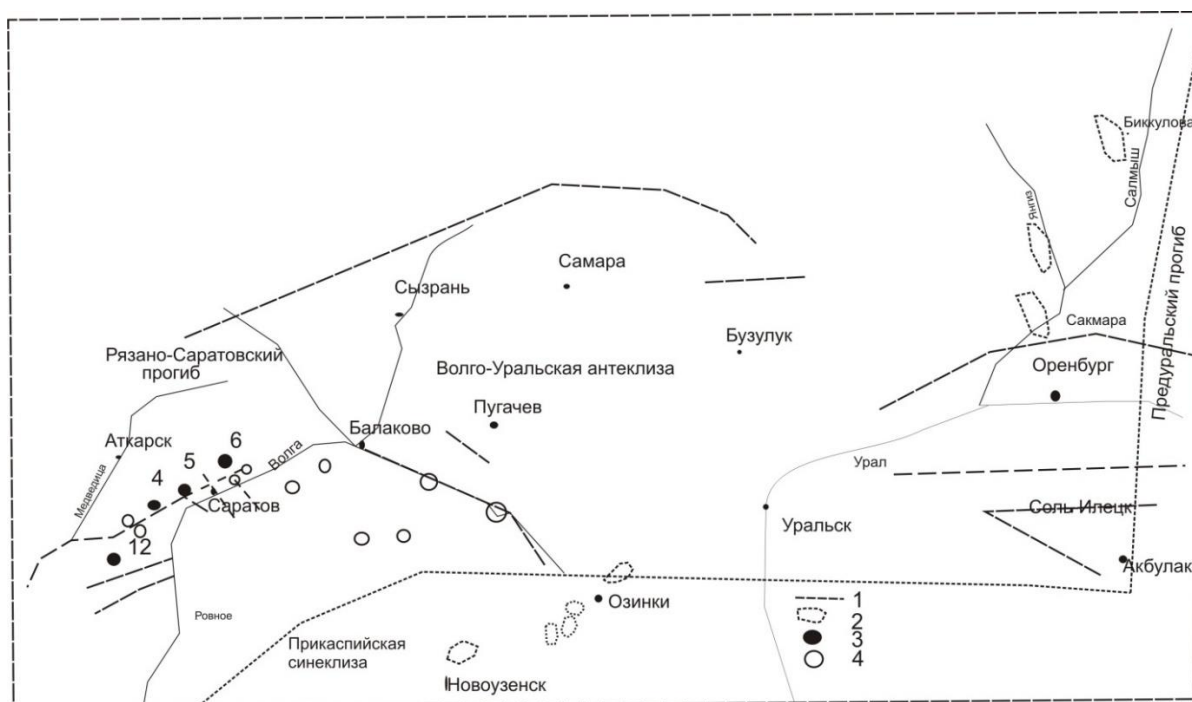
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ ЮГО-ВОСТОКА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Лихоман О.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

В познании геологического строения и полезных ископаемых юго-востока Восточно-Европейской платформы достигнуты большие успехи. Однако невнимание к

ртути является пробелом в изучении региона. На территории Саратовской, Оренбургской областей шлиховыми поисками [3] выявлены проявления минералов, парагенетичных низкотемпературным гидротермальным месторождениям: киноварь, галенит, сфалерит, халькопирит, арсенопирит, барит, пирит, марказит, самородные свинец, цинк, медь, куприт. Минералы не являются постоянными компонентами шлихов и присутствуют в формах, указывающих на отсутствие длительной транспортировки. Территориально они тяготеют к ослабленным зонам, разрывным нарушениям и тектонически нарушенным локальным поднятиям (нефтегазоносным структурам). Киноварь с содержаниями, наблюдаемыми в пределах ртутных месторождений [1,7], встречается как в виде отдельно разобренных проб, так и различной протяженности ореолов рассеяния. Концентрации ртути в литохимических (металлометрических) пробах превышают кларковые в 300 раз. Фактический материал позволяет считать ртуть «полноправным» элементом регионов.



Условные обозначения: 1 – тектонические нарушения; 2 – соляные купола с ртутью; 3 – нефтегазоносные структуры с ртутью; 4 – нефтегазоносные структуры, не опробованные на ртуть

Рисунок 1 - Ртуть на территории юго-востока Восточно-Европейской платформы

На Песчано-Уметском участке в южной части Саратовских дислокаций выявлены 9 ореолов рассеяния киновари протяженностью 1,5 – 2,5 км с содержанием минерала до 91 – 190 знаков на шликс и размером зерен от < 0,1 мм до 0,1 - 0,3 мм, связанных с Песчано-Уметской, Елшано-Курдюмской, Грузиновской нефтегазоносными структурами. Присутствие киновари в количестве 20 знаков на шликс присуще районам со слепыми рудными телами, превышающее 20 знаков расценивается как факт, указывающий на близость рудного тела, выходящего на дневную поверхность. Киноварь представлена остроугольными неправильными осколками, просвечивающими в тонких краях ало-красным; реже со слабо сглаженными углами, с шероховатой поверхностью; в виде тонко-зернистых агрегатов, сглаженных чешуйчатых корок, ступенчатых зерен, икристых, в краях с зональной окраской зернами с двумя сохранившимися гранями (р. Курдюм).

На южном склоне Саратовского свода большая часть ореолов киновари приурочена к зонам сочленения Карамышской депрессии, Доно-Медведицких дислокаций и

Приволжской моноклинали, к региональным разломам глубокого заложения, прослеживающихся до кристаллического фундамента, к мелким нарушениям, опережающим первые в поле развития поздне-среднеюрских и раннемеловых отложений. Отмечается связь ртутной минерализации с локальными поднятиями (нефтегазоносными структурами – Урицкого, Горючкинская). Наиболее высокие содержания ртути (до $4,8 \times 10^{-4}\%$) группируются вдоль субмеридионального разлома, ограничивающего на востоке Доно-Медведицкие дислокации.

Отмечается значительная группировка ореолов киновари в количестве от 1-5 до 50-150 и более знаков на шлих и с размером зерен до 1 – 1,5 мм в зоне сочленения Восточно-Европейской платформы с Предуральским краевым прогибом (рис. 1). Биккуловский, Янгиз-Марьевский, Нижне-Янгизский, Новотроицкий, Санковский ореолы рассеяния киновари в поле развития красноцветов поздней перми и триаса приурочены к одноименным соляным куполам. В пределах Биккуловского участка киноварь обнаружена в коренном залегании в раннеказанских песчаниках, переслаивающихся с алевrolитами, мелкозернистыми песчаниками и известняками. Наблюдаются сростки киновари с кварцем, марказитом, баритом. Видимая колломорфная и мелкозернистая киноварь в карбонатных прожилках, выполняющих трещины в песчаниках ртутоносной зоны трещиноватости, прослеживающейся на 1000 м, является свидетелем зоны вторичного обогащения. Вопрос о связи ртутной минерализации с соляными структурами представляет интерес в связи с поисками подсолевых нефтегазоносных структур [4]. Широкое развитие разрывных нарушений и зон брекчирования в пределах соляных куполов указывает на возможность циркуляции рудоносных растворов и локализацию рудного вещества.

Ореолы рассеяния киновари и сопутствующих ей минералов обнаружены в прибортовой зоне Прикаспийской синеклизы на площадях Озинской, Куриловской, Таловской, Поволжской, Демидовской, Карташево-Бельского, Марковского, Гремучинского соляно-купольных структур. Вся площадь Озинской структуры заражена ртутью. Четыре крупных (длина 4-6 км, ширина от 500 м до 2 км) и несколько мелких ореолов рассеяния вытянуты в субмеридиональном направлении и совпадают с общей ориентировкой структуры. Ртутные ореолы на Озинской площади, разбитой тектоническими нарушениями, свидетельствуют о её подвижности в современный этап.

И так, крупные вторичные ореолы рассеяния киновари с содержаниями, наблюдаемыми в районах ртутных месторождений, и сопутствующей минерализацией, установленные шлиховым опробованием в аллювиально-делювиальных отложениях современной гидросети и коренных породах, обосновывают научный и практический интерес по сульфидной минерализации юго-востока Восточно-Европейской платформы. Ореолы рассеяния киновари позволили наметить конкретные, достаточно обоснованные фактическим материалом участки для постановки дальнейших детальных поисков. Взаимосвязь ртутной минерализации с нефтегазоносными структурами, с одной стороны, даёт возможность прогнозировать гидротермальные (телетермальные) рудные месторождения на флангах нефтегазоносных структур, с другой – посредством присутствия рудной минерализации прогнозировать открытие новых перспективных структур на нефть и газ [6], что актуально для Нижнего Поволжья и Южного Урала. Важность проведенных исследований несомненна. Данные факты – не случайность, а закономерность, проявившаяся в процессе познания и накопления фактического материала [2, 3, 5]. Результаты исследований указывают на актуальность проблемы в целом и на необходимость продолжения дальнейшего планомерного изучения металлогении юго-востока Восточно-Европейской платформы с использованием полного комплекса геологических исследований. Проблема освоения геологических богатств этого региона ждет своего дальнейшего решения.

Список литературы

1. *Большаков А.П.* О вторичных ореолах рассеяния на рунных месторождениях Никиевского рудного поля //А.П. Большаков// Геохимия №12, 1964. С. 99-104.
2. *Ваньшин Ю.В., Лихоман О.А.* Проблема взаимосвязи сульфидных минералов с залежами углеводородов. //«Разведка и охрана недр». № 12, 2009. С.33-37.
3. *Ваньшин Ю.В., Лихоман О.А.* К вопросу рудоносности юго-востока Восточно-Европейской платформы на примере Саратовской области. //«ДАН», 2010, т.431, № 3. С.369-370.
4. *Маврин К.А.* Тектоника, палеогидрогеология и полезные ископаемые палеозоя Южного Предуралья. Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 1988. 200 с.
5. *Лихоман О.А.* Влияние эндогенных факторов на формирование гидротермальных месторождений, их значение для теории образования залежей нефти и газа. //Эволюция осадочных процессов в истории Земли. М: РГУНГ, 2015. С. 210-215.
6. *Озерова Н.А., Пиковский Ю.И.* О новом типе ртутных месторождений – ртутно-углеводородном. В.сб.: Система Планета Земля (Нетрадиционные вопросы геологии). М., 2007. С.31-33.
7. *Сауков А.А.* Очерки геохимии ртути. /А.А.Сауков, Н.Х.Айдиньян, Н.А.Озерова // Изд. «Наука», М., 1972. 336 с.

**МОДЕЛЬ ПЕРМСКОГО ГАЛОГЕНЕЗА ПРИКАСПИЯ:
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ
ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЕЙ**

Московский Г.А., Гончаренко О.П., Соломон М.В., Шелепов Д.А., Лашина И.Л.
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Учитывая важную роль соленосной толщи во всем многообразии геохимических процессов в сложном комплексе осадочных формаций верхнего палеозоя в Прикаспийской впадине, в представленной работе рассматриваются ряд признаков литолого-палеогеографического и физико-химического аспектов модели пермского галогенеза Прикаспия.

Для кунгурских отложений региона характерна ритмичность строения, обусловленная составом отложений и отражающая цикличность процесса.

Циклы первого порядка (макроциклы) отражают основные этапы галогенной седиментации в регионе: а) переход седиментационного бассейна в солеродную (хлоридную) стадию и отложение основных горизонтов калийных солей в центре его акватории; б) смещение максимума сгущения рапы к западной периферии бассейна с садкой бишофитоносных пород в средней части галогенной толщи; в) постепенное сокращение площади галогенной седиментации с возвратом в конце этапа опять к стадии опреснения.

Циклы второго порядка соответствуют основным, выделяемым в геологических разрезах литостратиграфическим единицам – ритмопачкам, отвечающим трем фазам развития галогенеза: подготовительной (сульфатно-карбонатная стадия), сгущения (регрессия –хлоридные стадии), опреснения (трансгрессия – хлоридная, иногда сульфатная стадии). Составные элементы ритмопачек – минеральные зоны (карбонатно-сульфатная, галитовая, сильвинитовая и др.) отвечают стадиям сгущения рапы и являются отражением эволюции процесса в пределах циклов второго порядка.

Циклы третьего порядка выражены в чередовании наборов пород в пределах минеральных зон, а в гидрохимии – в периодических изменениях степени концентрации или метаморфизации рапы на фоне ее направленного изменения.

Циклы четвертого порядка соответствуют элементарным циклитам или сезонным колебаниям гидрохимии бассейна.

Галогенная седиментация в кунгурском солеродном бассейне происходила в гидрохимической системе сульфатно-магниевого океанических вод, концентрировавшихся за счет солнечного испарения. Соотношение основных компонентов исходной рапы на начало хлоридных стадий было близким к современной сгущенной морской воде; однако можно предполагать несколько отличающиеся соотношения ионов калия и магния (в пользу последнего). Метаморфизация рапы на начало галитовой стадии отвечала хлоркальциевой модели, что объясняется существенной ролью поровых вод терригенно-карбонатных горизонтов, в которых происходила трансформация сульфатно-магниевого захороненной рапы в бессульфатную или даже в хлоркальциевую за счет катионного обмена магния раствора на кальций пород, за счет процесса «ремобилизации» ранее отложившихся солей и, возможно, за счет вод подсолевых комплексов пород. Однако уже к концу галитовой стадии метаморфизация была ближе к бикарбонатной модели. Наибольший эффект катионного обмена достигался в обрамлении впадины (в полуизолированных бассейнах-сателлитах), где за счет значительной роли терригенных и карбонатных составляющих осадка и, видимо, несколько повышенной температуры, даже поверхностная рапа переходила в хлоридно-кальциевую. Привнос в бассейн компонентов растворения ранее отложившихся солей по данным изучения включений в галите отмечается во многих интервалах галогенного разреза, однако, судя по результатам изучения структур минералов и текстур галогенных отложений о значительных масштабах «ремобилизации» рассольно-солевых масс без гипергенного растворения» (Беленицкая, 1999) едва ли может идти речь. На хлоридных стадиях галогенеза относительно стабильным оставался водородный показатель (5,5-6,5). Кислородный потенциал менялся существенно. В малоглубинных отложениях преобладали окислительные условия с характерными признаками – красным и розовым цветом галита, карналлита, сильвина (за счет пластинок гематита), сульфатным типом рапы. Восстановительные условия (и хлоридно-кальциевый состав рапы) были характерны для галитовой стадии тогда, когда каменная и калийные соли обогащались глинистой примесью с существенным количеством органики.

Изменения в гидрохимии на площади солеродного бассейна (а, соответственно, распределения первичных парагенезисов солей) определялись изначальной расчлененностью его дна, осложнявшейся синседиментационными движениями подсолевого ложа. Это приводило к образованию на западной периферии бассейна полуизолированных бассейнов-сателлитов, периодически терявших связь с основной акваторией на калийных стадиях галогенеза, что предопределило большую зависимость состава рапы этих районов бассейна от поступления вод поверхностного стока и метаморфизованных рассолов, отжимаемых из осадков базальных терригенно-карбонатных.

На значительной части Прикаспийского солеродного бассейна, соответствующего калийному бассейну (Диаров, 1974), рапа на галитовой стадии содержала ионов сульфата до 50-80% от его количества в ССОВ. Однако, состав парагенезисов калийно-магневых солей, для различных участков, отличался. Определяющим фактором здесь являлась степень потери рапой ионов сульфата за счет поверхностного стока и разгрузки вод хлоркальциевого состава. В тупиковых и краевых участках бассейна из сульфатов магния и калия устанавливаются лишь кизерит и полигалит, да и то они чаще

присутствуют в разрезах, отвечающих проливам от основной акватории к бассейна-сателлитам.

В парагенезисах калийных и калийно-магниевого солей устанавливаются лишь минералы раннедиагенетической стадии. Они кристаллизовались при значительном обогащении придонных слоев хлористым магнием и хлористым калием (чаще последним). Это сопровождалось частичным опусканием рапы, обогащенной этими компонентами в еще не консолидированный осадок каменной соли, с образованием в ней вкрапленности вторичного карналлита или сильвина. Важным моментом в динамике галогенного процесса является его неустойчивость на переходах от одной хлоридной стадии к другой. Эта неустойчивость является следствием цикличности галогенной седиментации и не является характерным признаком только для границ стадий. Но здесь, на границе калийных солей, она более важна, т.к. предопределяет соотношение мощностей галитовой и калийных зон, приводит к образованию в первой – каменной соли с убогой вкрапленностью калийных минералов, псевдосильвинита, с одновременным расслоением рапы и «обвальная» садка донного сильвина.

Направленность и степень диагенетических изменений калийно-магниевого солей в основной акватории солеродного бассейна определялись, более всего, особенностями их первичных парагенезисов и заключались в преобразовании сульфатов магния и калия (переход гексагидрита и эпсомита в кизерит и др.).

В краевых и тупиковых участках солеродного бассейна диагенетические изменения в соленосной толще связаны, в основном, с хлоркальциевыми водами, обуславливающими образование вторичного сильвина за счет разложения карналлита, появление вторичного карналлита в базальных горизонтах, подстилающих и перекрывающих калийные соли.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА АКТИВНОСТИ ФЛЮИДОВ В ФУНДАМЕНТЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Рихтер Я.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Современные исследования показали широкое распространение на поверхности суши и дна морей и океанов активных струйных выходов углеводородных газов (грязевой вулканизм и метановые сипы на дне морей) и рудоносных растворов ("черные курильщики" рифтовых зон океанов). Они приурочены к проницаемым зонам тектонических разломов и, как правило, их активность связывается с проникновением глубинных флюидов. Тем не менее, прямо наблюдать флюидные потоки в природных условиях недр земной коры до сих пор не удается, а результаты экспериментов не могут в полной мере заменить такие наблюдения. В той или иной мере мы можем полагаться на данные геофизических и геохимических исследований, при которых обнаруживаются признаки процессов, вызванных флюидно-гидротермальными системами в земной коре. Следы активности флюидных потоков в породах земной коры устанавливаются в виде гидротермально-метасоматического изменения вдоль трещин и других проницаемых зон, нередко тектонически переработанных и представленных брекчиями и катаклазитами. В целом для верхней части земной коры - осадочного чехла платформ, глубоких впадин и предгорных прогибов - намечается вертикальная минерало-геохимическая зональность измененных пород в пределах локальных рудоносных или нефтеносных структур.

Геофизическими исследованиями выявлены аномалии в вертикальном распределении плотности, обусловленные присутствием флюида (зоны разуплотнения – так называемые волноводы). В стратифицированных толщах нефтегазоносных бассейнов на профилях МОВ и МОГТ установлены локальные сквозные восходящие структуры конической формы с характерными признаками потери или ослабления сигналов отраженных сейсмических волн внутри них, что может быть вызвано присутствием жидкой или газовой-жидкой фазы.

Но следов движения флюидов и гидротерм, прямо указывающих на активность глубинного флюида в земной коре, до сих пор еще не наблюдалось. Такие признаки автором установлены в 2015 г. при петрографических исследованиях палеозойского фундамента Красноленинского свода Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В керне скважин Пальяновского нефтяного месторождения были изучены метаморфические и магматические породы, в различной степени деформированные и гидротермально измененные. Наиболее примечательные изменения были установлены в гранитах. В керне раздробленных и катаклазированных гранитов скважины 153 с глубины 2687 м, в отдельных наиболее крупных фрагментах сохранились самые ранние следы присутствия флюида в кристаллах полевых шпатов вдоль плоскостей спайности и их ограничений. Эти следы развиты в виде тонких зонок вдоль системы трещинок по спайности полевых шпатов. Они содержат тончайший пелитовый материал с мелкими листочками белой слюды и отдельными кристалликами скаполита, иногда также гематита. Очевидно, что по системе спайности внутри кристаллов происходило диффузное проникновение флюида.

С появлением трещинок дробления начался переход флюида к инфильтрации, что маркируется появлением калишпата и кварца (мирмекит), а также скаполита по тонким трещинкам внутри плагиоклаза. Характерно появление на пересечении трещинок дробления мельчайших пятнообразных и овальных микрозернистых образований калишпата, кварца и мусковита, представляющих своеобразные следы проникновения флюида в виде «очагов» и «каналов». Возможно, их следует рассматривать как очаги начавшегося процесса инфильтрации.

В полной мере процесс инфильтрации проявился в ходе формирования обильных зон проникновения флюида в виде струйно-поточковых и струйно-вихревых образований, на месте которых сохранились своеобразные фибробластовые структуры, образованные микролитами амфибола и скаполита. Струйно-поточковые структуры пронизывают минералы гранита и образуют на отдельных участках вихреобразные клубки. Плотность распределения таких образований составляет около 2-3 на 1 см², их поперечные размеры колеблются в пределах 0,08-0,50 мм. На их периферии проявляется калишпатизация и окварцевание, появляются участки мирмекита в плагиоклазе. Оказавшиеся на пути этих потоков и струй кристаллы биотита резорбируются и замещаются калишпатом и кварцем, пронизанными многочисленными игловидными микролитами амфибола.

Наблюдаемые явления, очевидно, связаны с активностью флюида, находившегося в гранитах первоначально в диффузном рассеянии. При этом флюид, подпитываясь из глубины, имел высокие значения температур и давлений, характерных для состояния насыщения пород флюидной фазой. Близ поверхности контакта с осадочными породами чехла на ближайших от него расстояниях (порядка 50-100 м) в гранитах происходило своеобразное "вскипание" флюида с выделением по микротрещинам обильных струйных потоков. В условиях резко падающего давления флюид быстро продвигался, химически взаимодействуя с минералами гранита и расширяя трещины, он создавал каналы для выхода на поверхность контакта кристаллического фундамента с перекрывающими осадочными породами.

Для паро-гидротермальных систем характерен, как известно, нестационарный режим. На турбулентный характер их восходящего струйного течения указывал еще

Г.Л.Поспелов [1973]. Появление газовой фазы по мере фазового расслоения флюида на пневматолитовой стадии процесса, а также импульсная подпитка гидротермальных систем глубинным флюидом могут инициировать взрывные явления, о чем свидетельствуют свойственные зонам гидротермального оруденения "взрывные" брекчии, катаклазиты и милониты. Другим фактором нестационарного характера и резких колебаний скоростей движения флюидов и гидротерм является резкое падение давления внутри систем, приводящее к смене режима медленного просачивания по капиллярным и субкапиллярным поровым каналам на быструю струйную миграцию по этим каналам и раскрывающейся сети тончайших трещин. Резкая флуктуация скорости фильтрации флюидов создавала предпосылки для импульсного внедрения флюидов, с гидравлическими ударами и катаклизмом пород, что могло приводить к их переходу в подвижно-деформированное состояние (и к появлению катаклазитов и милонитов). В дальнейшем, по мере эволюции гидротермальной флюидной системы, эти зоны могли использоваться как пути миграции углеводородов к областям разгрузки и формирования залежей.

Автор выражает надежду, что сделанные им наблюдения позволят по новому оценивать перспективы нефтегазоносности палеозойского фундамента, еще очень слабо изученного и во многом загадочного. Важнейшей задачей в наши дни становится глубокое изучение его структур, и особенно разломов и зон дробления, с целью обнаружения новых нетрадиционных типов залежей углеводородного сырья.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЛИТИЯ В РАССОЛАХ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

(на примере платформенной части Оренбургской области)

Теплякова Е.В.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Платформенная часть Оренбургской области прошла сложный процесс развития, в результате которого сформировались структуры кристаллического фундамента и осадочного чехла. Осадочный чехол образует моноклиналь, наклоненную в южном направлении. Здесь выделяются Волго-Уральская антеклиза, Прикаспийская синеклиза, Предуральский прогиб. В пределах Волго-Уральской атеклизы с севера на юг отмечается неравномерное ступенчатое погружение всех горизонтов осадочного чехла, увеличение градиента погружения, мощностей и полноты стратиграфического разреза [3]. В составе рассолов палеозойских отложений, наряду с бромом, йодом, бором, значительную роль играют редкие элементы: литий, рубидий, цезий, добыча которых из традиционных источников минерального сырья достигла значительных объемов. Запасы редких элементов в связи с этим постоянно сокращаются, а потребность промышленности в них возрастает [1]. Актуальной стала проблема поисков новых источников минерального сырья, одним из которых являются рассолы палеозойских горизонтов. Из числа указанных микрокомпонентов интерес производства связан с литием, концентрация которого в некоторых в интервалах разреза западного Оренбуржья достигает промышленных значений [2].

В верхнеказанских рассолах, приуроченных к терригенно-карбонатно-сульфатно-галогенным отложениям, содержание лития меняется от 2,2 до 23,2 мг/дм³, при среднем значении 12,7 мг/дм³. В уфимско-нижеказанских терригенно-карбонатных отложениях обнаруженные значения лития находятся в довольно узких пределах – от 0,8 до 2,3 мг/дм³, среднее содержание низкое – 1,2 мг/дм³.

В рассолах кунгурских отложений в области развития сульфатно-карбонатных, карбонатно-сульфатных фаций на северо-востоке области (южный склон Татарского свода), в восточной части Предуральского прогиба, воды имеют хлоридный натриевый состав, минерализацию до $163,7 \text{ г/дм}^3$, содержание лития меняется здесь в небольшом диапазоне от 5 мг/дм^3 до 8 мг/дм^3 . В зоне развития сульфатно-галогенных фаций в центре рассматриваемой территории и внешней бортовой зоне Прикаспийской синеклизы, содержание лития в остаточной рапе солеродных бассейнов варьирует от $10\text{-}20 \text{ мг/дм}^3$ до 176 мг/дм^3 , при среднем значении $56,8 \text{ мг/дм}^3$. Следует подчеркнуть, что минимальная промышленная концентрация лития по данным С.С. Бондаренко составляет 10 мг/дм^3 [2].

Подземные воды, заключенные в артинские, сакмарские и ассельские отложения приурочены к переслаивающимся доломитам, ангидритам, известнякам. Рассолы указанных отложений характеризуются также высокой концентрацией лития, диапазон изменения которой находится в интервале $1,5\text{-}113,7 \text{ мг/дм}^3$, а среднее содержание равно $30,9 \text{ мг/дм}^3$. Повышенные содержания лития ($\text{Li} > 10 \text{ мг/дм}^3$) прослеживаются в переходной зоне от Волго-Уральской антеклизы к Прикаспийской синеклизе.

В рассолах карбонатных отложений московско-гжельского, визейско-башкирского, верхнефранско-турнейского возраста содержание лития вниз по разрезу уменьшается. В отложениях московско-гжельского возраста рассолы имеют среднюю концентрацию лития $10,5 \text{ мг/дм}^3$ при размахе колебаний от $1,8$ до $31,2 \text{ мг/дм}^3$. В визейско-башкирских рассолах среднее содержание лития несколько меньше – $9,4 \text{ мг/дм}^3$, пределы изменения концентраций от $1,1$ до $45,0 \text{ мг/дм}^3$. В отложениях верхнефранско-турнейского возраста содержание лития в рассолах заметно уменьшается, составляя в среднем $4,1 \text{ мг/дм}^3$ при колебании от $2,3$ до $6,7 \text{ мг/дм}^3$,

Существенные изменения, происходящие в литологическом составе водовмещающих пород эйфельско-нижнефранских отложений, заметно сказываются на содержании лития. Карбонатные разности, доминирующие в вышележащих интервалах разреза, сменяются терригенными. В рассолах терригенных эйфельско-нижнефранских отложений среднее содержание лития увеличивается до $6,9 \text{ мг/дм}^3$, пределы изменений находятся в интервале $1,7\text{-}13,2 \text{ мг/дм}^3$.

Таким образом, в результате выполненного анализа установлено, что литий встречается в рассолах всех стратиграфических подразделений палеозойских отложений западной части Оренбургской области. Концентрация его колеблется в широких пределах от $0,8$ до 176 мг/дм^3 , вариации средних содержаний не превышают $1,6\text{-}56,8 \text{ мг/дм}^3$. Наиболее низкие содержания лития наблюдаются в верхней части разреза – в водах уфимско-нижнеказанских отложений, наиболее высокие – в остаточной рапе солеродных бассейнов кунгурского возраста ($56,8 \text{ мг/дм}^3$, при колебании предельных значений от $0,9$ до 176 мг/дм^3). Имеющиеся данные о распределении лития в рассолах нижележащей части разреза указывают на то, что в карбонатных отложениях с увеличением глубины залегания наблюдается постепенное уменьшение концентраций лития. В водах эйфельско-нижнефранских терригенных отложений средняя концентрация лития возрастает до $6,9 \text{ мг/дм}^3$. Рассолы нижнепермских и московско-гжельских отложений со средним содержанием лития более 10 мг/дм^3 представляют промышленную ценность, в связи с чем исследования их должны быть продолжены.

Список литературы

1. Балашов Л.С., Ефремочкин Н.В., Павленко Г.Н. Геолого-экономические перспективы использования подземных рассолов для получения редких металлов. Труды ВНИИ «Гидрогеология и инженерная геология», № 142. Москва, 1981, с. 27-30.
2. Бондаренко С.С., Вартамян Г.С. Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод. Москва, Недра, 1986.

3. *Галкин Л.К., Кайдалов В.И.* Тектоническое строение западной платформенной части Оренбургской области. – Материалы по геологии и полезным ископаемым Оренбургской области. Вып. 4. Челябинск, Южно-Уральское книжное издательство. 1972.

**Региональная
геология,
палеонтология и
стратиграфия**

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФАЦИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БРАХИОПОД В МААСТРИХТСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПОВОЛЖЬЯ

Ильинский Е.И.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Находки брахиопод из верхнемеловых образований Поволжья известны с начала 19-го века. В последствие, на протяжении многолетних работ, направленных на изучение и стратификацию верхнемеловых отложений в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба, при указании характерных комплексов бентосных организмов нередко отмечались раковины брахиопод. В виду отсутствия направленного подхода к изучению позднемеловых плеченогих, данные о таксономическом разнообразии этой группы беспозвоночных к настоящему времени весьма ограничены. Проведенные за последние годы исследования показали, что большая часть найденных брахиопод происходят из интервалов пород маастрихтского возраста.

В ходе специализированного изучения группы выявлено, что среди всех стратиграфических подразделений верхнего мела, маастрихтские отложения наиболее охарактеризованы фауной брахиопод. На протяжении последних шести лет, из пород маастрихта собрано 782 раковин и отдельных створок брахиопод хорошей сохранности, что составляет свыше 68% от всей имеющейся в распоряжении автора коллекции.

К настоящему времени в маастрихтских отложениях Поволжья установлено 22 вида брахиопод, принадлежащих к 13 родам и 11 семействам. В количественном отношении доминирующее положение занимают представители семейств Chlidonophoridae Muir-Wood, Cancellothyrididae Thomson, Gibbithyrididae Muir-Wood и Basiliolidae Cooper. Обращает на себя внимание отсутствие находок брахиопод из семейств Laqueidae Thomson, Platidiidae Thomson, Megathyrididae Dall и подсемейства Trigonoseminae Elliott. Брахиоподы, относящиеся к данным семействам, широко распространены и многочисленны в кампанско-маастрихтских отложениях Западной Европы и используются для расчленения пород данного возраста. Отсутствие этих стратиграфически важных таксонов в пределах Ульяновско-Саратовского Поволжья не позволяет в полном объеме использовать западно-европейскую схему зонального распределения брахиопод для стратификации отложений кампана-маастрихта на исследуемой территории.

Маастрихт на территории Поволжья выделен в составе верхнего и нижнего подъярусов. При изучении разрезов данного возраста выявлен диапазон вертикального распространения большинства из установленных видов брахиопод. Выделены два крупных фаунистических комплекса: нижнемаастрихтский и верхнемаастрихтский.

В отложениях нижнего маастрихта наиболее характерными брахиоподами являются: *Carneithyris subcardinaslis* (Sahni), *Carneithyris ovata* Кац, *C. sp.*, *Magas chitoniformis* (Schlotheim), *M. sp.*, *Gyrosoria gracilis* (Schlotheim), *G. gracilis* ssp. A, *Homaletarhynchia limbata* (Schlotheim), *Cretirhynchia retracta* (Roemer), *Cretirhynchia sp.*, *Neoliothyrina obesa* Sahni, *N. sp. B*, *N. sp. C*, *Ruegenella humboldtii* (Hagenow), *Terebratulina chrysalis* (Schlotheim), *T. sp.*, *Gisilina cf. jasmundi* Steinich. Наряду с доминирующими теребратулидами установлены многочисленные находки ринхонеллид, частота встречаемости которых заметно сокращается в вышележащем комплексе брахиопод.

Иной таксономический состав верхнемаастрихтского комплекса брахиопод, который охарактеризован следующими видами: *Carneithyris subcardinaslis* (Sahni), *G. gracilis* ssp. B, *Cretirhynchia retracta* (Roemer), *Magas chitoniformis* (Schlotheim), *Neoliothyrina sp. A*, *Neoliothyrina sp. B*, *Gibbithyris sp.*, *Kingena lima* (Defrance), *K. sp.*, *Najdinothyris sp. nov.*, *Terebratulina sp. nov.*, *Ancistrocrania parisiensis* (Defrance).

Помимо видового разнообразия, установлено распределение брахиопод для различных фациальных комплексов маастрихтских отложений. Выявлено, что находки раковин плеченогих происходят из карбонатных и терригенно-карбонатных пород, различающихся по своему таксономическому представительству.

Нижнемаастрихтские отложения приурочены к двум структурно-фациальным зонам. В восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба породы нижнего маастрихта выделены в составе карсунской свиты и представлены писчим мелом, иногда с прослоями глин, а также мелоподобным мергелем (Вольская впадина). Писчий мел содержит наибольшее количество раковин брахиопод. При этом доминируют мелкогабаритные формы *Magas chitoniformis* (Schlotheim) и *Gyrosoria gracilis* (Schlotheim), а находки *Terebratulina chrysalis* (Schlotheim), *Gisilina* cf. *jasmundi* Steinich, *G.* sp. и *Ruegenella humboldtii* (Hagenow) редки. В пределах Вольской впадины мел содержит прослойки глин, мергелей или переходит в мелоподобные мергели. Наряду с отмеченными выше видами здесь появляются *Homaletarhynchia limbata* (Schlotheim), *Cretirhynchia retracta* (Roemer), *Cretirhynchia* sp., *Carneithyrus subcardinalis* (Sahni), *Carneithyrus ovata* Кац, *Neoliothyria obesa* Sahni, *N.* sp. B, *N.* sp. C.

Породы нижнего маастрихта в западной части Ульяновско-Саратовского прогиба сложены мергелем в различной степени насыщенным терригенным материалом. Данный комплекс выделен в составе лохской свиты. При низком видовом разнообразии эти фашии содержат большее количество раковин брахиопод, среди которых определены *Carneithyrus subcardinalis* (Sahni), *Gisilina* sp. nov., *Gyrosoria gracilis* ssp. A и *Neoliothyria* sp. B интервалах разреза, где в мергелях увеличивается содержание терригенного материала, находки брахиопод отсутствуют.

Из верхнего маастрихта плеченогие достоверно установлены только из писчего мела радищевской свиты, выделяемой в пределах восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба (Вольская впадина). В пределах этого фациального комплекса в большом количестве встречаются *Gyrosoria gracilis* ssp. B, *Carneithyrus subcardinalis* (Sahni) и *Magas chitoniformis* (Schlotheim). Доминирование указанных таксонов определяется наиболее выигрышной адаптивной стратегией этих видов, заключающейся в способности к смене прикрепляющегося образа жизни на свободнолежачий. Ринхонеллидные брахиоподы малочисленны и представлены единственным видом *Cretirhynchia retracta* (Roemer). Единичны находки *Kingena lima* (Defrance), *Gibbithyrus* sp., *Terebratulina* sp., *Neoliothyria* sp. A, *Neoliothyria* sp. B, *Najdinothyria* sp. и беззамковых брахиопод *Ancistrocrania parisiensis* (Defrance).

Выводы. 1. Выявлено таксономическое разнообразие и вертикальное распределение брахиопод в разрезах маастрихта. 2. Полученные данные расширяют представление о видовом разнообразии представителей группы в позднемеловое время. 3. Прослежена приуроченность брахиопод к определённым фациальным обстановкам. 4. Максимальное количественное представительство и таксономическое разнообразие изучаемой группы установлено в мелах карсунской свиты нижнего маастрихта.

РУДОНОСНОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУМАКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Коломеец А.В.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Кумакское золоторудное месторождение соответствует раннекаменноугольному Аниховскому рифтогенному грабену Восточно-Уральского поднятия, который выполнен углеродисто-карбонатно-терригенными отложениями турне-визейского

возраста (C_{1t-v}). Его бортовые части сложены вулканогенно-осадочными образованиями тыкашинской свиты (D_{2gv-D₃}). Вблизи зон тектонических нарушений, проявленных вдоль Восточно- и Западно-Аниховских глубинных разломов, развита приразломная складчатость с интенсивным смятием и частым вертикальным залеганием пород. В ее центральной части на десятки километров по простиранию протягивается ряд золоторудных проявлений Кумакского рудного поля.

Отличительной чертой черносланцевых отложений месторождения является широкое развитие углеродистых пород (песчаников, алевролитов, сланцев), достигающих 50% от общего объема отложений, содержание в них органики (1 до 9%), большой объем карбонатных пород (10-50%), наличие сульфидов: пирита и арсенопирита (в рудных зонах достигает 2-5%) [2,4,5]. Они представляют собой плотные с грубой отдельностью породы с присутствием значительного количества углистого вещества, находящегося в них в тонко распыленном состоянии, а также в виде графитизированных стяжений. Гидротермальные изменения в углеродсодержащих сланцах выражены развитием полос серицита, перекристаллизацией и обособлением кварца, и развитием карбоната, цементирующего, а иногда и разъедающего кварц. Характерным является сингенетичная золотоносность – в них фиксируются проявления с промышленными концентрациями благородного металла.

Рудовмещающие метасоматиты месторождения обычно занимают срединную часть пачки черных углеродистых сланцев и представлены в виде [1,3,6]:

- серицит-кварцевых сланцев с хлоритоидом и углеродистым веществом;
- кварц-хлоритоид-серицитовых сланцев с турмалином;
- альбит-кварц-серицит-турмалиновых сланцев.

Рудные тела кварц-слюдистого и кварц-турмалинового состава наблюдаются в виде жил, линз, пластообразных залежей и апофиз залегающих согласно в толще углеродистых сланцев (меридиональное простирание, крутое субвертикальное падение).

Промышленная золотая минерализация приурочена к пачкам переслаивания метаморфизованных первичных терригенных и глинистых пород, ныне превращенных в разнообразного состава слюдисто-кварцевые и кварцево-слюдистые хлоритизированные сланцы. Превалирующее значение среди них занимают наиболее благоприятные для оруденения углеродистые слюдисто-карбонат-кварцевые алевролитовые сланцы.

По данным В.А.Болтырова и др. (1980 г.) в составе руд обнаружены следующие первичные рудные минералы - вольфрамит, шеелит, пирит, арсенопирит, халькопирит, висмутин, марказит, пирротин, сфалерит, тетрадимит, самородные золото и серебро. Золотоносными в Кумакском рудном поле являются четыре рудные минеральные ассоциации (Воин В.П., 1966 г.). Первая представлена тетрадимитом и самородным золотом, которая развита только на юге рудного поля, где ею сложены рудные столбы. Вторая ассоциация слагается мелким самородным золотом, которая является основной формой на объекте и не связана с сульфидами. Золото этой ассоциации присутствует в трещинах, выполненных чешуйчатыми хлоритом и серицитом, реже - шеелитом. Третьей является полиметаллическая ассоциация с бедным содержанием благородного металла, очень слабо проявленная по всей площади. Основными рудными минералами здесь являются халькопирит, пирротин, сфалерит, галенит. Четвертая - пирит-арсенопиритовая золотоносная ассоциация фиксируется в основной зоне смятия на севере рассматриваемой территории и является превалирующей. Здесь золото тонкодисперсное, связано с мелкокристаллическим пиритом и приурочено к участкам обильной турмалинизации.

Список литературы

1. Колмоец А.В. Условия формирования Кумакского месторождения черносланцевой формации (Оренбургская область) // Вестник Забайкальского гос. университета. 2018. Т. 24. № 6. С. 28-35.
2. Лощинин В.П. Золотоносность ниже-среднепалеозойских черносланцевых формаций Восточного Оренбуржья /В.П.Лощинин, П.В.Панкратьев //Стратегия и процессы освоения георесурсов. – Пермь, 2006. – С. 79-82.
3. Новгородова М.И., Якобс Е.И., Шинкаренко Ю.Г. Золотое оруденение и метасоматиты одного из районов Южного Урала // Вопросы петрологии и металлогении Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. С. 115–116.
4. Панкратьев П.В., Колмоец А.В., Пантелеев В.С. Черные сланцы Кумакского рудного района Оренбургской области / Недр Поволжья и Прикаспия. Вып.96, ноябрь 2018 (стр.55-60)
5. Панкратьев П.В., Колмоец А.В., Степанов А.С., Багманова С.В., Пантелеев В.С., Тухтаназарова К.Р. Особенности формирования проявлений золота в черносланцевых отложениях Кумакского рудного поля / Процессы в геосредах. 2018. №4 (18). С. 1121-1125
6. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А. Месторождения золота Урала. - Екатеринбург: изд. УГГГА, 1999.-570 с.

ИЗВЕСТКОВЫЙ НАННОПЛАНКТОН ИЗ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ

Матлай Л.М.

Институт геологических наук НАН Украины

В нефтегазоносных провинциях первоочередным значением является детализация стратификации осадочного комплекса мезозойской толщи. Поэтому создание стратиграфических схем на основе новых биостратиграфических методов важно для геолого-поисковых работ.

Результаты изучения мезозойских отложений шельфа по фораминиферам и наннопланктону приведены в работах [1, 2]. Нами были уточнены наннопланктонные уровни, привязанные к амонитовым биогоризонтам шкалы Огга, 2008 [3, 4].

В известняках светло-серых пелитоморфных интервала 3565,0-3570,0 м скважины Шмидта-12 определен обедненный комплекс наннопланктона: *Cylindralithus biarcus* Bukry, *C. sculptus* Bukry, *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre) Reinhardt, *E. eximius* (Stover) Perch-Nielsen, *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, *Micula staurophora* (Gardet) Stradner, *M. swastica* Stradner and Steinmetz, *Rhagodiscus* sp., *Kamptnerius magnificus* Deflandre, *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, *Broinsonia enormis* (Shumenko) Manivit и другие. Присутствие в нем вида *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre и отсутствие зонального кампанского вида *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina позволяет датировать эти отложения только сантоном.

В известняках темно-серых глинистых интервала 1106,0-1113,0 м скважины Безымянная-2 ассоциацию наннопланктона составляют виды: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, *A. maastrichtiensis* Burnett, *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, *Micula murus* (Martini) Bukry, *M. staurophora* (Gardet) Stradner, *Zeughrabdoutus praesigmoides* Burnett, *Quadrum gartneri* Prins and Perch-Nielsen, *Kamptnerius magnificus* Deflandre, *Eiffellithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen, *E. turriseiffelii* (Deflandre) Reinhardt, *Helicolithus trabeculatus* (Górka) Verbeek, *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky) Gartner, *Cribrosphaerella daniae* Perch-Nielsen, *Broinsonia enormis* (Shumenko) Manivit,

Lithraphidites praequadratus Roth и другие. Одновременное присутствие видов *Micula murus* (Martini) Bukry и *Cribrosphaerella daniae* Perch-Nielsen позволяет отнести комплекс наннопланктона к зоне UC20 с субзонами UC20b-d (по схеме Барнетт, 1998) [3] в объеме аммонитовой зоны *Anapachydiscus terminus* позднего маастрихта [4]. В песчаниках и песках интервала 1789,0-2158,0 м наннопланктон или отсутствует, или представлен единичными видами *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky) Gartner, *Nannoconus truittii* subsp. *truittii* Brönnimann (интервал 1899,0-1905,0 м), *Watznaueria biporta* Bukry, *W. barnesiae* (Black) Perch-Nielsen, *W. fossacincta* (Black) Bown.

В песчано-глинистых отложениях скважины Илличевская-2 (интервалы 1749,0-23470,0 м и 2528,0-2530,0 м) наннопланктон не выявлено. В аргиллитах черных песчаных интервала 2383,0-2387,0 м определены единичные виды *Watznaueria barnesiae* (Black) Perch-Nielsen, *W. fossacincta* (Black) Bown, *Watznaueria britannica* (Stradner) Reinhardt, *Eiffelithus* sp., *Percivalia* sp.

В скважине Каркинитская-2 в известняках глинистых интервала 2824,0-2845,0 м установлен многочисленный комплекс известкового наннопланктона: *Uniplanarius gothicus* (Deflandre) Hattner and Wise, *U. sissinghii* (Perch-Nielsen) Farhan, *Calculites obscurus* (Deflandre) Prins and Sissingh, *C. ovalis* (Stradner) Prins and Sissingh, *Braarudosphaera bigelowii* (Gran and Braarud) Deflandre, *Helicolithus anceps* (Górka) Noël, *H. trabeculatus* (Górka) Verbeek, *Cylindralithus sculptus* Bukry, *Micula staurophora* (Gardet) Stradner, *M. swastica* Stradner and Steinmetz, *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky) Gartner, *Biscutum melaniae* (Górka) Reinhardt, *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, *M. belgicus* Hay and Towe, *Octolithus multiplus* (Perch-Nielsen) Romein, *Eiffelithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen, *Broinsonia enormis* (Shumenko) Manivit, *Ceratolitoidea* sp., *Tranolithus orionatus* (Reinhardt) Reinhardt, *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky) Deflandre и другие. Зональных видов *Broinsonia parca* subsp. *parca* (Stradner) Bukry и *Broinsonia parca* subsp. *constricta* Hattner et al. в них не выявлено. По таксономическому составу комплекс принадлежит наннопланктонной зоне UC15 (по схеме Барнетт, 1998 [3]) в объеме верхов среднего – низов верхнего кампана [4]. В известняках серо-зеленых хлоритизированных интервала 3817,0-3823,0 м наннопланктон отсутствует.

Таким образом, в мезозойских отложениях северо-западного шельфа Чёрного моря по известковому наннопланктону определены зоны UC15 среднего-позднего кампана и UC20 позднего маастрихта. Детальное установление стратиграфических уровней границ сантона – кампана и кампана – маастрихта на данный момент не возможно из-за малого выхода керна скважин.

Автор выражает искреннюю благодарность канд. геол.-мин. наук Л.Ф. Плотниковой за предоставленную коллекцию образцов.

Список литературы

1. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України / Гол. ред. П.Ф. Гожик. – К.: ІГН НАН України. Логос, 2013. – 638 с.
2. Стратиграфія мезокайнозойських відкладів північно-західного шельфу Чорного моря / Гожик П.Ф., Маслун Н.В., Плотнікова Л.Ф., Іванік М.М., Якушин Л.М., Іщенко І.І. – К., 2006. – 171 с.
3. Bown P. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. – London: Chapman and Hall, 1998. – 318 p.
4. <https://timescalefoundation.org/charts/Timeslices>

ДЕМОСПОНГИИ ВЕРХНЕГО МЕЛА – ПАЛЕОЦЕНА ЮГО-ВОСТОКА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Первушов Е.М., Романов Н.С.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Среди кремниевых губок, в составе позднемеловых спонгиокомплексов, демоспонгии обычно занимают подчиненное место, уступая в видовом разнообразии и количественном представительстве гексактинеллидам. Скелеты демоспонгий известны из отложений почти всех ярусов верхнего мела и палеоцена. Скелеты позднемеловых демоспонгий в большинстве случаев в той или иной степени фосфатизированы, что во многом обусловлено длительностью процессов переотложения фоссилий. В ряде случаев, скелеты губок выполнены марказитом или гидроокислами железа. Часто фоссилии, сохранившиеся в карбонатных породах, выполнены соединениями железа, что характерно и для всех представителей кремниевых губок. К сожалению, подобная фоссилизация губок приводит к последующему растворению спикул или их замещению глауконитом, кальцитом или гипсом, что не позволяет проводить детальные определения таксономической принадлежности ископаемых форм. Трудности идентификации фоссилий и относительно редкая встречаемость демоспонгий предопределили отсутствие до настоящего времени даже кратких результатов исследований по этой группе губок в России.

Демоспонгии впервые расселились в южных районах современного Поволжья в среднем сеномане. Представители двух родов (*Jerea*, *Siphonia*), отличавшиеся высоким стеблевидным скелетом, формировали монотипные луга, с которыми были сопряжено распространение тонкостворчатых брюхоногих и двустворчатых моллюсков, замковых брахиопод. В разрезе «Красный Яр-1» скелеты демоспонгий отличаются наиболее хорошей сохранностью, благодаря условиям субавтохтонного захоронения. Чаще встречаются лишь сильно фосфатизированные сегменты скелетов, залегающие в составе терригенной компоненты фосфоритовых горизонтов («Меловатка-3, 6»). В алевролитах верхнего сеномана так же встречены фрагменты скелетов демоспонгий, но плохая сохранность, их очертания искажены падальщиками и сверлильщиками, слабая степень фоссилизации не позволяют даже предположить их принадлежность. По южной периферии Восточно-Европейской платформы (ВЕП) так же описаны находки представителей демоспонгий, но без достоверной (сеноман – турон) стратиграфической привязки. Из сеномана окрестностей городов Курск и Орел описаны представители родов *Jerea* и *Siphonia* (Гофман, 1869). В карьерах Белгородской области палеонтологами Саратовского университета собран представительный материал по кремниевым губкам, среди которых доминируют представители гексактинос (*Craticulariidae*, *Leptophragmidae*, *Porospongiidae*), а демоспонгии занимают подчиненную роль в ориктоценозе.

Спонгиокомплекс турона – коньяка остается слабо изученным и мало представительным, в частности из-за отсутствия верхних интервалов карбонатных пород, разрушенных в предсантонское время. В терригенно-карбонатных породах в основании среднего турона скелеты губок фрагментированы, окатаны и не всегда поддаются определению. В мелах коньяка («Каменный Брод», «Вольск») отмечены фрагменты скелетов демоспонгий, выполненных окислами железа.

Максимального распространения в пределах ВЕП и сопряженных геоструктур демоспонгии достигли в раннесантонское время, что сопровождалось возрастанием таксономического разнообразия и заметным увеличением их количества в составе бентосных поселений. Крупные и толстостенные скелеты демоспонгий известны по всей

площади распространения сантонских отложений на территории правобережного Поволжья, от южной Мордовии до юга Волгоградской области, известны они и на территории Польши и Германии. На юго-востоке ВЕП демоспонгии стали заметны в составе губковых поселений лишь на поздних стадиях сукцессии, формировавшихся, преимущественно, в пределах прибрежных полос (Хоперская моноклираль) и зон мелководий (Елшано-Сергиевский вал, Саратовские дислокации). Тем менее, в составе сантонского «губкового» горизонта демоспонгии составляли лишь от 2-5 % («Александровка», «Пудовкино», «Багаевка», «Заплатиновка» и др.) до 13 – 15 % («Озерки», «Пады»). Среди демоспонгий доминируют представители родов *Actinosiphonia* [= *Seliscothon*], *Pachychiton*, ? *Phyllodermia*, ? *Jerea*. Скелеты многих демоспонгий заметны среди остальных губок значительными размерами и необычными очертаниями. Вероятно, *Actinosiphonia* могут рассматриваться как эндемичные формы, при должном изучении их систематического положения. Апикальные, наиболее молодые, участки скелетов представителей этого рода подвергались как объеданию и последующей, после гибели организма, биоэрозии.

Кампанские демоспонгии были наиболее широко распространены и разнообразны в видовом отношении в бассейнах западноевропейской палеобиогеографической провинции. В кампанских отложениях юго-восточной части ВЕП, Прикаспийской впадины и Кустанайской седловины скелеты демоспонгий незаметны, несмотря на обилие скелетов кремниевых губок в породах карбонатного, карбонатно-терригенного и кремниевого состава. От части это объясняется особенностями первичной и современной сохранности этих губок во вмещающих породах и отсутствием целенаправленных поисков этих форм.

Маастрихтский комплекс демоспонгий слабо представлен каменным материалом, отличающимся, к тому же, плохой сохранностью. Единичные находки демоспонгий известны по восточному борту Прикаспия, в Приуралье и в пределах Кустанайской седловины.

Губки из палеогеновых отложений Поволжья и Крыма известны по единичным находкам гексактинеллид. Скопления спикул и скелетов демоспонгий распространены в палеогеновых и неогеновых образованиях Украины и южной Европы. В разрезах Вольской структурной ступени («Красный Октябрь», «Большевик») в подошве сызранской свиты (верхний дат – танет) установлены скопления субавтохтонно захороненных скелетов демоспонгий и известковых губок (Первушов и др., 2019). Ориктоценоз демоспонгий составляют представители 10 – 12 родов (*Heterothelion*, *Jerea*, ? *Procaliapsis*, *Seliscothon*, ? *Siphonia*, *Leiochonia*, *Verruculina*). Скелеты полной сохранности характерны для ювенильных форм листообразных очертаний. Дефинитивные субплоские, развернутые формы обычно представлены крупными фрагментами, что, отчасти, обусловлено современной трещиноватостью вмещающей породы. Скелеты демоспонгий сохранили кремниевый состав, участками перекристаллизованный. Впервые на протяжении позднемиоценовой – палеоценовой истории спонгиофауны Восточноевропейской провинции демоспонгии доминировали в составе «луговых» поселений. В условия устойчивого перетока водных масс происходило очаговое расселение близкородственных форм на протяжении нескольких поколений. Многие демоспонгии развивались, прирастая к скелетам крупных форм.

СТРУКТУРА ГУБКИНСКОГО ГОРИЗОНТА (ТУРОН – КОНЬЯК) НА ТЕРРИТОРИИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОВОЛЖЬЯ

Первушов Е.М., Сельцер В.Б., Калякин Е.А., Рябов И.П., Ильинский Е.И., Гужикова А.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Относительно однородный по литологическому составу разрез карбонатных и, в меньшей степени терригенно-карбонатных пород, залегающих на песках и алевролитах сеномана и перекрытых кремнистыми мергелями сантона, оказался наименее изученным в Поволжье с точки зрения стратиграфии и палеонтологии. В регионе этот стратиграфический интервал интенсивно изучался 50-ые и в начале 60-ых годов, в связи с проведением геолого-съёмочных и поисково-разведочных работ. В частности, при структурных изысканиях в верхних интервалах осадочного чехла использовались в качестве маркирующих фосфоритовые горизонты в основании (нижний – средний турон) и в кровле (нижний сантон) рассматриваемых карбонатных пород. Несмотря на разработку биостратиграфических схем, на уровне слоев с фауной и зон, уверенного обоснования выделения в этой толще туронского и коньякского интервалов не было представлено. Достоверно присутствие образований коньякского возраста было установлено только на основании изучения бентосных фораминифер (Барышникова, 1955, 1956, 1959) из разрезов Волгоградского правобережья.

Результаты исследований предшествующих поколений саратовских биостратиграфов, по итогам скоротечных компиляций, были представлены, уже в виде «свитной» парадигмы, в структуре «Стратиграфической схемы верхнемеловых отложений ...» (Олферьев, Алексеев, 2005). На региональном уровне рассматриваемый интервал отложений объединен в губкинский горизонт, что отражает в целом единый этап седиментогенеза и геодинамического развития региона. На местном уровне, на правобережье Нижнего Поволжья выделена вольская свита (турон), банновская (карбонатные породы) и борисоглебская (терригенные и терригенно-карбонатные породы) свиты (коньяк).

На протяжении второго десятилетия двадцать первого века проведено комплексное изучение стратотипических разрезов банновской и вольской свит, известных опорных (Нижняя Банновка, Пудовкино, Багаевка и др.) и вновь выявленных (Озерки, Сплавнуха, Чухонастовка, Мирошники и др.) разрезов турона – коньяка. Комплексность в рассмотрении выбранного интервала разреза определяется не только изучением многих групп фоссилий (бентосные и планктонные фораминиферы, губки, аммониты и белемниты, иноцерамы, иглокожие и брахиоподы), некоторые из которых не были ранее установлены в регионе, но и совместной работой с сотрудниками лаборатории Петрофизики. Последнее обстоятельство способствовало выявлению ряда неожиданных проявлений в карбонатных породах и реализации новаций при их стратиграфическом восприятии (Суринский, Гужиков, 2017). Результаты проведенных полевых и камеральных работ большого коллектива исследований отчасти уже опубликованы, некоторые материалы находятся в печати или готовятся к публикации.

Изученные разрезы расположены в пределах юго-западной и северо-восточной части наложенного Ульяновско-Саратовского прогиба, юго-восточного окончания Рязано-Саратовского прогиба. По итогам проведенных работ установлено следующее.

1. На основе детального изучения разрезов и выделенных комплексов микро- и макрофауны идентифицированы выделенные стратоны, обоснованы их границы, в объеме яруса и подъяруса, по некоторым группам - биозон и подзон. Отложения нижнего турона распространены спорадически и их выделение остается дискуссионным. Для

расчленения пограничных интервалов средне- верхнетуронских пород недостает надежных биостратиграфических маркеров. Установлены и охарактеризованы породы нижнего и среднего коньяка, верхние интервалы образований этого яруса не выявлены. Подошва нижнего коньяка (основание зоны LC6) определена по первому появлению видов *Pseudovalvulineria kelleri kelleri* (Mjatluk) и *Stensioeina emscherica* Baruschnikova. Эта зона прослеживается на значительном пространстве Европейской палеобиогеографической области (Беньямовский, 2008). Нижний коньяк также опознается присутствием *Cremnoceramus. deformis deformis* (Meek) и *Tethyoceramus* sp.

2. Породы коньякского возраста характеризуются широким площадным распространением в регионе, несмотря на значительный эрозионный срез подстилающих этих отложений на большей части современного Поволжья. Анализ значений мощности карбонатных пород и соотношения бентосных и планктонных фораминифер (на уровне подъярусов) позволяют предположить, что максимальное проявление трансгрессии в южной части Ульяновско-Саратовского прогиба приходилось на раннеконьякское время.

3. В среднем туроне установлен комплекс иглокожих (морские ежи, морские лилии, морские звезды и офиуры), уровень распространения которых прослежен по серии разрезов. В карбонатных породах этого возраста впервые установлены единичные строматолиты и известковые губки (*Porosphaera*). В мергелях среднего коньяка выявлены “губковые” горизонты, что свидетельствует о проявлении начальной фазы сукцессии кремниевых губок в регионе, широко распространившихся здесь на протяжении раннего сантона. Выделены стратифицируемые комплексы замковых брахиопод, иноцерамов и аммонитов. Наиболее достоверное и детальное расчленение карбонатных пород рассматриваемого интервала базируется на изучении бентосных фораминифер, что позволило сопоставить изученные разрезы в пределах региона.

4. Отмечено положение разрезов с наиболее полным стратиграфическим наполнением в южных и юго-западных районах изученной территории и прослежено увеличение мощности пород турона и коньяка в южном и юго-западном направлении, за исключением участков формирования конседиментационных брахиантиклиналей. Намечены закономерности пространственного расселения представителей микро- и макрофауны в связи с продвижением водных масс и существовавшей климатической зональностью. На западном окончании Елшано-Сергиевского вала мергеля среднего коньяка залегают на верхнетуронских и верхнесеноманских породах со значительным стратиграфическим перерывом и структурным несогласием.

5. Разрез Каменный Брод-1 рекомендуется к рассмотрению в качестве гипостратотипа вольской свиты, как наиболее стратиграфически полный, последовательный (мощность – 34 м) и палеонтологически обоснованный.

6. В разрезах карбонатных пород турона – коньяка (Озерки, Каменный Брод) обнаружена крупная магнитозона обратной (R) полярности (Guzhikova et al., 2019) – вероятный аналог Ключевской R-зоны, расположенной в Общей магнитостратиграфической шкале в середине коньякского яруса (Дополнения..., 2000). Еще одна магнитозона обратного знака обнаружена в кремнистых породах, традиционно относимых к сантонскому ярусу, в разрезе Липовка (Guzhikova et al., 2019).

ПОЗДНЕМЕЛОВЫЕ ИЗВЕСТКОВЫЕ ГУБКИ ПОВОЛЖЬЯ

Первушов Е.М., Худяков Д.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Позднемеловые сообщества губок в пределах Восточноевропейской палеобиогеографической провинции составляли преимущественно кремниевые губки: гексактинеллиды и демоспонгии. Представители обеих групп вселялись в южные окраины этой палеобиохории в среднесеноманское (демоспонгии) и позднесеноманское время (гексактинеллиды) и успешно распространились здесь на протяжении всего позднего мела. Среди кремниевых губок в количественном отношении и по видовому разнообразию доминировали гексактинеллиды, составляя до 60 – 80 % в структуре спонгиокомплексов. Кремниевые губки в отдельные моменты времени образовывали массовые поселения типа «губковых лугов» (средний сеноман, кампан) и прибрежных полос (ранний сантон). В верхнемеловых отложениях некоторых структурно-фациальных зон эти поселения сохранились в виде «губковых» горизонтов.

До последнего времени не существовало подтвержденной информации о былом существовании в позднемеловых бассейнах, распространявшихся на территории современного Поволжья, представителей губок с известковым спикульным скелетом. Известковые губки были широко распространены в бассейнах Тетической области в пермское – триасовое время, а так же в позднеюрское – раннемеловое время по северной периферии этой палеобиохории (Большой Балхан, Северный Кавказ, Крым). В породах маастрихтского, в меньшей степени – кампанского и более древнего возраста, формировавшихся в условиях Западноевропейской провинции (территории современной Испании, Англии, Франции, Германии, Чехии и Польши) известковые губки широко распространены и их описания представлены во многих публикациях.

В опубликованных работах отечественных исследователей верхнего мела и позднемеловой спонгиофауны отсутствуют сведения по известковым губкам, за исключением сводных данных об их местонахождениях (Первушов, 1998). Предпринятое системное изучение позднемеловых известковых губок, в том числе и благодаря комплексному изучению верхнемеловых отложений Поволжья, позволило представить некоторые предварительные результаты этих исследований.

1. Местонахождения и биостратиграфические аспекты. Впервые на территории европейской части России найдено несколько экземпляров *Porosphaera* из среднетуронских меловых пород Поволжья («Филин», «Чухонастовка-2»). В карбонатных породах кампана известковые губки известны из разрезов «Коммунар», «Капланкыр» и «Беркет». Максимальное количество форм заметного видового разнообразия найдено в меловых породах нижнего и верхнего маастрихта. Большое количество скелетов собрано из местонахождений Вольской структурной зоны («Рыбное», «Мирный», «Комсомолец», «Красный Октябрь», «Большевик» и «Коммунар»). Маастрихтские формы собраны и из разрезов северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба («Подвалье»), северного борта Прикаспийской впадины («Озинки-1», «Утва»), Мангышлака и Копетдага. Скелеты разнообразных известковых губок, в комплексе с многочисленными демоспонгиями, установлены из базального комплекса пород верхнего дата – нижнего зеландия Вольской структурной зоны («Красный Октябрь», «Большевик»).

Спикулы известковых и кремниевых губок известны из пород разного литологического состава широкого стратиграфического интервала. Стратиграфическое положение пород, содержащих скелеты известковых губок, обосновано совместным нахождением иглокожих и аммонитов, иноцерамов и бентосных фораминифер.

2. Динамика ареалов. В туронское время немногочисленные известковые губки (*Porosphaera*) известны лишь в южных районах современного правобережного Поволжья. Особенности расселения кампанских известковых губок трудно проследить в виду немногочисленности их находок, приуроченных к ограниченному количеству местонахождений. В маастрихте ареал рода *Porosphaera* распространился по всей Европейской и северным окраинам Средиземноморской палеобиогеографических областей. Это позволяет использовать представителей этого рода для межрегиональных сопоставлений, при условии детального расчленения этого интервала отложений и однозначного определения видовой принадлежности форм. Достоверные находки раннепалеоценовых известковых губок известны лишь в южной части Вольской структурной зоны.

3. Видовое разнообразие. В породах туронского яруса найдены представители вида *Porosphaera globularis* s.l. В отложениях кампанского яруса видовое разнообразие несколько возрастает (*Porosphaera globularis* s.l., *P. nuciformis* s.l.) и максимальное разнообразие форм известно из меловых пород маастрихта (*Porosphaera globularis* s.l., *P. woodwardi*, *P. nuciformis* s.l., *P. sp.A*, *P. sp.B*). Возможно, из пород верхнего маастрихта происходят и находки других известковых губок (*Eudea* sp., *Halliroa* sp.). Представители *Calcarea* [*Calcispongia*] известны из отложений верхнего дания – танета, но плохая сохранность форм не позволяет их достоверно идентифицировать.

Из местонахождения «Чухонастовка» известна единственная находка мелкого сферического строматолита (онколита). Габитус этой фоссилии совпадает с внешними очертаниями спикульных губок *Porosphaera*, но отличается отсутствием спикул и наличием тонких концентрических слоев нарастания.

4. Палеоэкология и тафономия. Позднемеловые известковые губки (*Porosphaera*) типично стенотермные формы, обитавшие в условиях прогретой морской воды с постоянным температурным режимом. Эти формы можно охарактеризовать как «тетические», ареал которых лишь иногда распространялся за пределы Средиземноморской области. Находки известковых губок в верхнемеловых отложениях не совпадают с интервалами распространения гексактинеллид, распространение которых контролировалось течениями с более прохладным режимом вод.

К тому же, известковые губки, даже при пассивном образе питания, обитали в условиях с минимальным ламинарным перетоком придонных вод. Гексактинеллиды в позднемеловое время, особенно в сеноманское и сантонское время, обитали в зоне верхней сублиторали, в условиях активных вдольбереговых и сгонно-нагонных течений. Условия обитания известковых губок предопределили их преимущественно автохтонное захоронение в пясчине мелу, реже – в прослоях мергелей. Эта особенность захоронения *Porosphaera*, совпадение состава и цвета фоссилий и вмещающих пород, составляет едва ли не главную трудность поиска и выделения этих форм в толще карбонатов. При этом позднемеловые известковые губки отличаются небольшим размером, максимально до 20 – 25 мм. Предполагается, что большинство известковых губок возвышалось над илистым субстратом за счет пучков удлинённых ризоидных спикул. Лишь в строении некоторых форм *Calcarea* прослеживается небольшая площадка прикрепления. Вместе с *Porosphaera* известны находки аммонитов и бакулитов, иноцерамов, морских ежей и брахиопод.

О НОВОМ МЕСТОНАХОЖДЕНИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ В ЮЖНОМ ЗАУРАЛЬЕ

Попов Е.В.^{1,2}, Лопырев В.А.¹, Бирюков А.В.^{1,3}, Воронков И.Р.¹

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

²ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

³ГУК "Саратовский областной музей краеведения"

Верхнемеловой отдел в Южном Зауралье (юго-восток Оренбургской области) распространен ограниченно и включает отложения турона и маастрихта, залегающие обычно на более древних горизонтах нижнего мела или юры (Геология СССР, 1964, том XIII). Отсюда были известные редкие находки морских позвоночных (акул, скатов). Длительное время считалось, что «...после кратковременной туронской ингрессии море покинули Оренбургское Зауралье и снова проникло в его пределы уже широким заливом с юго-запада в нижнемаастрихтское время» (Геология СССР, 1964, с. 379). В последние годы появились новые данные о присутствии в регионе морского кампана (местонахождение Ижберда) с зубами рыб и сочленённых остатков морских рептилий (Ефимов и др., 2016; Ефимов В.М., Ефимов В.В., 2017). Сантонские отложения здесь ранее не были известны.

В связи с этим представляет интерес обнаруженный в 2018 году палеонтологической группой А.В. Мазаева (ПИН РАН, Москва) останец верхнемеловых пород в опущенном блоке среди каменноугольных известняков Аккермановского рудника, разрабатываемого Южно-Уральской ГПК (Новотроицк).

Сохранился участок в несколько десятков квадратных метров мелкозернистых песков видимой мощностью около 1 м, которые подстилает метровый слой разнозернистых песков с включением отдельных галек и гравия, и их линз, залегающих на эрозионной поверхности (с ксенолитами (?) триасовых пород) каменноугольных известняков. Гравийно-галечный слой содержит изолированные остатки преимущественно морских позвоночных разной степени (преимущественно – хорошей) сохранности.

Полевые работы на местонахождении были предприняты в 2018 и 2019 годах и включали просеивание породы на ситах (1, 2,5 и 4 мм). В 2018 году был просеяно 1 куб. м породы (проба СГУ EL 587). В сентябре 2019 году было обработано около 3,5 куб.м (пробы СГУ EL 596-599; концентрат разобран частично).

В ориктокомплексе встречены: зубы хрящевых рыб (акул, химер), зубы и костные фрагменты костистых рыб (в том числе – многочисленные зубы Enchodontidae), зубы морских рептилий, клешни ракообразных. Руководящие беспозвоночные отсутствуют (найден лишь 1 окатанный фрагмент лопастной линии аммонита). Комплекс эласмобранхий предварительно определён и включает около 30 родов: наиболее разнообразны здесь ламнообразные акулы (*Hispidaspis horrida*, *Cretolamna* sp., *Cretoxyrhina mantelli*, *Archaeolamna kopingensis*, *Protolamna* sp., *Pseudoscapanorhynchus compressidens*, *Scapanorhynchus* spp., *Squalicorax kaupi*, *Ptychocorax* cf. *dolloi*, *Palaeoanacorax* sp., *Nanocorax* cf. *microserraton*, *Pseudocorax* cf. *laevis*), есть многожаберниковые (*Paraorthacodus* sp.), палеоспинаксовые (*Synechodus* sp.), ковровые (*Cederstroemia* cf. *nilsi*, Hemiscylliidae gen. et sp. indet.), морские ангелы (*Squatina* sp.), разнозубовые (*Heterodontus* sp.), гибодонтообразные (*Ptychodus* cf. *mammillaris*, *Polyacrodus* sp., *Hybodus* sp., *Meristodonoides* cf. *mantanensis*), единичны находки катранов ("*Squalus*" sp.), кошачьих акул ("*Scyliorhinus*" sp.), гитарниковых скатов (*Squatirhina* sp.) и склероринхиформных скатов (*Micropristis* sp., (?) *Ptychotrygon* sp., ростральные зубы Sclerorhynchidae indet.). Встречены фрагменты плавниковых шипов,

один лобный класпер и зубные пластины химеровых рыб трех родов семейства 'Edaphodontidae': *Ischyodus bifurcatus*, *Elasmodus* cf. *sinzovi* и *Edaphodon* sp.

Возраст комплекса может быть определен по составу эласмобранхий как сантонский. Присутствие родов *Hispidaspis*, *Ptychocorax*, склероринхиформных скатов указывает на значительное южное (тетическое) влияние; в бореальном сантоне Русской плиты эти таксоны отсутствуют. Морские отложения сантонского яруса с остатками позвоночных бореального типа известны в Поволжье (Воронков, 2018), но комплекс там более обедненный и включает 15 родов эламобранхий, а также 3 рода химер. Видимо, близкий по составу к Аккерманскому комплекс хрящевых рыб известен с местонахождения Тыкбутак (в 150 км на ЮВ от Аккермана) в Примугодजारье, северо-западный Казахстан (Гликман, 1980), но он пока плохо изучен. Таким образом, Аккерман – это единственное в Зауралье и азиатской части России местонахождение с хрящевыми рыбами сантона. Сантонские комплексы хрящевых рыб (как эласмобранхий, так и цельноголовых) в мире очень редки и неполно описаны в литературе, поэтому изучение Аккерманского комплекса позволит не только уточнить геологическую историю южного Зауралья в позднемерловую эпоху, но и уточнить глобальную историю хрящевых рыб в течение сантонского века (86,3-83,6 млн. лет назад).

Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-05-01045) и в рамках государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БЕЛЕМНИТОВ И ИНОЦЕРАМ В ИНТЕРВАЛЕ ВЕРХНИЙ КОНЬЯК-НИЖНИЙ САНТОН НА ТЕРРИТОРИИ ПОВОЛЖЬЯ

Сельцер В.Б.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Коньяк - нижнесантонские отложения изучаются в настоящее время на примере ряда разрезов Поволжья, где прослежены специфичные особенности вертикального распространения фауны белемнитов и иноцерам, а также последовательной сменой комплексов бентосных фораминифер. За основу принимается установленное присутствие коньякских (верхнеконьякских) и нижнесантонских отложений. Разрезы приурочены к разным структурно-фациальным зонам и не одинаково охарактеризованы остатками упоминаемых групп. Стоит отметить, что не все, в том числе и масштабные разрезы, дают возможность проследить распространение и смену фаун. В частности в разрезе «Нижняя Банновка» верхняя часть коньякских отложений сложенных мел-мергельным комплексом очень слабо охарактеризована белемнитами и иноцерамами. В разрезе «Сплавнуха», в мергелях лежащих ниже «губкового горизонта» встречены коньякские белемниты *Praeactinocamax* sp., *Goniocamax lundgreni* Stoll., *G. christenseni* Kostak. В слое с губками встречены *Actinocamax verus fragilis* Arkh. Иноцерамы из коньякского интервала фрагментированы и не валидны для определений, а в опоках лежащих выше губкового горизонта присутствуют *Sphenoceramus pachtii* (Arkh.).

В разрезе «Пудовкино» опесчаненый коньякский мергель с губковым горизонтом в кровле и пластующимися выше опоковидными мергелями (нижний сантон) полярно охарактеризован белемнитами, находки которых известны из более низких пограничных уровней с сеноманом, а также из верхней части (*Praeactinocamax planus* Machl. и *G. christenseni* Košťák.), в слоях с губками (*A. verus fragilis* Arkh., *A. verus verus* Mill., *Belemnitella propinqua* (Mob.), *B. mirabilis* Arkh.) и выше, в опоках с *A. cylindricus* Machl.

Иноцерамы характеризуют этот разрез находками только из опоковидных мергелей моновидовой группировкой многочисленных *Sph. pachtii* (Arkh.). Конденсированный коньяк-сантонский интервал повторно изучен в разрезе «Вишневое» (Первушов и др., 2019). Здесь установлена последовательная смена коньякских белемнитов *G. lundgreni* Stoll. раннесантонскими *G. lundgreni postexcavata* Najd., *A. verus fragilis* Arkh., *A. verus verus* Mill., и *Belemnitella propinqua propinqua* (Mob.). Причем первое появление представителей белемнителл зафиксировано ниже слоя фосфатизированных скелетов губок. Фауна иноцерармов из коньякского интервала, выглядит обломками призматического слоя, а сантонские формы представляет группа сфеноцерармов *pachtii/cardissoides*.

Большой информационный потенциал нижнесантонских интервалов кроется в разрезе «Озерки-3», где в слоях с губками встречены как коньякские *Goniocamax lundgreni* Stoll., так и раннесантонские *G. lundgreni postexcavata* Naid., *A. verus fragilis* Arkh., *A. verus verus* Mill., *Belemnitella propinqua* (Mob.), *B. ryskiana* (Nik.). Лежащие выше мергеля содержат ростры *A. cylindricus* Machl. Заслуживает внимание особенности распределения иноцерармовой фауны выше губкового горизонта. Здесь в окремнелых мергелях собраны многочисленные *Sph. pachtii* (Arkh.), а также *Sph. cardissoides* (Goldf.) и единичные *Cordiceramus cf. cordiformis* (Sow.). Кроме того, вверх по разрезу найдены отпечатки очень крупных створок *Platiceramus* sp., ex gr. *cycloides* (Weg.), которые также были встречены в аналогичных интервалах разреза изученного, совместно с Е.А. Калякиным (СГУ) на берегу Волги, лежащего выше села Трубино.

Верхнеконьякские и нижнесантонские отложения в меловых карьерах Вольска также охарактеризованы фауной представленной в основном иноцерамами. В разрезах «Красный Октябрь» и «Коммунар» к верхнему коньяку отнесены интервалы (верхняя часть вольской свиты) откуда известны находки крупных створок *Sph. subcardissoides* (Schlüt.), выше которых встречены формы близкие к *Sph. cardissoides* (Goldf.), либо *Sph. fasciculatus* Heine. Эти отложения перекрыты конденсированным горизонтом с губками и/или мелкой галькой фосфоритов. В карьере «Красный Октябрь» из слоев подстилающих кампанские отложения происходят ростры белемнитов *A. verus fragilis* Arkh. и *Belemnitella propinqua* (Mob.).

Распределение фауны в пограничных коньяк - сантонских отложениях на изучаемой территории достаточно выдержано. Особенно это характерно для интервалов с иноцерамами группы *pachtii/cardissoides*.

Наибольшие трудности возникают в определении стратиграфической позиции, как самого «губкового» горизонта прослеженного во всех разрезах, так и слоев лежащих выше. В слоях лежащих ниже губкового горизонта не встречена макрофауна белемнитов и особенно иноцерармов верхнего коньяка. Выше лежащие слои с губками содержат белемниты традиционно считающиеся раннесантонскими. Это, прежде всего, виды и подвиды актинокамаксов и первых белемнителл. Исключение представляет лишь *G. lundgreni* Stoll. (включая подвиды) с достаточно широким распространением коньяк-ранний сантон. У ростров, найденных в слоях с губками отчетливо обособлена альвеола, указывая на их близость к белемнителлам. То есть, очевидно, встреченные формы являются более продвинутыми в филогении гониокамаксов и, скорее всего, они не древнее конца коньяка и начала сантона, а сами белемнителлы, с уровнями находок из верхней части «губкового горизонта» свидетельствуют в пользу только раннесантонского возраста. Такому выводу не противоречат находки кардиссоидных иноцерармов, традиционно считающихся, на территории Восточно-Европейской платформы, видами-индексами нижнесантонских отложений. Однако известно, что первые кардиссоидные формы появляются в верхах коньяка, о чем указывала рабочая стратиграфическая группа сантонского яруса (Lamolda, Hancock, 1996). В германско-польском бассейне первое появление этих иноцерармов отмечается в верхах коньякских

отложений. То есть появление группы *pachti/cardissoides* не вполне годиться в качестве маркера нижней границы сантона. В настоящее время начало сантонского яруса принимается по первому появлению в разрезах вида *Cladoceramus undulatoplicatus* (Roem.) (Lamolda et al., 2002; Walaszczyk, Cobban, 2006). Данная форма на территории Поволжья отсутствует, что добавляет сложности в определении объема нижесантонских отложений. Вместе с тем необходимо отметить, что распространение кардиссоидных иноцерам выше «губкового горизонта» вовсе не является фактом их первого появления. Очевидно, интервалы, отвечающие этому событию претерпели размыв, а частые находки этих моллюсков фиксируют только лишь сантонский диапазон их распространения. Присутствие в разрезах *Cordiceramus* и *Platiceramus* добавляют уверенность того, что кардиссоидные слои являются сантонскими. Этому выводу не противоречат данные о распространении белемнителл, начало эволюционной ветви, которых принимается с наступлением сантонского века. То есть первое появление вида *Belemnitella propinqua* (Mob.) можно рассматривать как альтернативный маркер начала сантонского яруса.

Палео- и петромагнитные исследования

МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ ПОГРАНИЧНОГО ИНТЕРВАЛА БЕРРИАСА-ВАЛАНЖИНА ФЕОДОСИЙСКОГО РАЙОНА (КРЫМ)

Грищенко В.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В рамках работ, направленных на обоснование уровня нижней границы валанжинского яруса в Крыму, проведено комплексное стратиграфическое исследование пограничного интервала берриаса–валанжина Восточного Крыма. Био- и магнитостратиграфическому изучению подвергнуты разрезы Заводская балка (западная окраина Феодосии), Султановка (с. Южное Феодосийского района) и Коклюк (с. Наниково Феодосийского района).

В общей сложности в изученных разрезах отобраны ориентированные штуфы со 146 стратиграфических уровней (рис. 1), интервал между которыми варьировал от 0.3 до 0.6 м (в основном 0.5 м). Из каждого штуфа выпилено по 3-4 образца в виде кубиков с ребром 2 см, подвергнутых впоследствии стандартному комплексу палео- и петромагнитных исследований (Молостовский, Храмов, 1997).

Палеомагнитный анализ заключался в последовательных магнитных чистках переменным полем на установке LDA-3 AF в диапазоне от 5 до 50 мТл (с шагом 5 мТл), а часть кубиков-дублей - температурой в печи конструкции Апарина от 100° до 500°С (с шагом 50°С). В разрезах Султановка и Коклюк, учитывая опыт исследований разреза Заводская балка, термочистки не проводились. По всем образцам определялся широкий спектр петромагнитных параметров, в том числе, связанных с анизотропией магнитной восприимчивости. Выборочные пробы подвергались магнито-минералогическим анализам, по результатам которых было установлено, что главным носителем намагниченности является магнетит.

Достоверность магнитостратиграфической информации по разрезу Заводская балка оценена как высокая: индекс палеомагнитной достоверности составляет 7 (из 8 возможных) по критериям А.Н. Храмова (Дополнения..., 2000). Максимальный показатель не достигнут из-за отсутствия радиометрических датировок. Использование определений знака полярности, полученных по разрезам Коклюк и Султановка, в магнитостратиграфических целях представляется пока дискуссионным вопросом.

Сделанные находки аммонитов позволили выделить в изученных разрезах подзоны Euthymi, Crassicostatum и Callisto, сопоставляемые с подзонами Paramimounum, Picteti, Alpillensis и Otopeta стандартной зоны Boissieri верхнего берриаса и надежно идентифицировать в сложной знакопеременной палеомагнитной зональности разреза «Заводская балка» аналоги магнитного хрона M16 (Arkadiev et al, 2017) (рис. 1). Поскольку подзона Neocosmoceras euthymi является возрастным аналогом нижней подзоны Malbosiceras paramimounum зоны Boissieri, то нижняя магнитозона обратной полярности в Заводской балке должна соответствовать хрону M16r. Находка берриасского аммонита Berriassella callisto в обратномагнитных отложениях не позволяет датировать их моложе, чем хрон M14r.

Таким образом, комплексный подход исследования позволил идентифицировать выделенные магнитозоны как аналоги хронов M16–M14r и, по аналогии с западноевропейскими разрезами, в пределах хрона M14r наметить уровень подошвы валанжина в Восточном Крыму.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-35-00134-мол-а).

МАГНИОСТРАТИГРАФИЯ КАМПАНА ГОРНОГО КРЫМА

Гужиков А.Ю.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Получены палеомагнитные и петромагнитные данные по опорным разрезам кампана «Алан-Кыр» (Центральный Крым), «Аксу-Дере», «Кудрино» и «Кизил-Чигир» (ЮЗ Крым) (рис. 1). Повсеместно кампанский ярус представлен слабомагнитными известняками и мергелями.

В общей сложности изучено более 350 ориентированных образцов со 175 стратиграфических уровней. Исследования проводились в лаборатории Петрофизики СГУ, но палеомагнитные измерения образцов-дублей почти со всех уровней выполнены также на криогенном магнитометре (SQUID) 2G-Enterprises в ИФЗ РАН, Москва.

Выделенные характеристические компоненты намагниченности (**ChRM**) в большинстве соответствуют нормальной полярности геомагнитного поля (N) и удовлетворяют ряду критериев первичности намагниченности (в частности, тест складки положителен). Исключение в этом смысле представляют толщи, слагающие низы разрезов Алан-Кыр и Кудрино, где выделенные **ChRM** имеют направления, характерные для обратного или аномального геомагнитного поля (R), либо не выделяются вовсе. В последнем случае палеомагнитные векторы в процессе магнитных чисток закономерно смещаются по дугам больших кругов.

Подобные явления характерны для обратномагнитных пород, частично перемагнитных полей противоположного направления. Можно предположить, что причиной, как аномальных направлений **ChRM**, так и смещений палеомагнитных векторов по дугам БК, является наличие древней R-компоненты, которую не удалось вычистить полностью. Базируясь на этой гипотезе, в нижней части разреза «Алан-Кыр» выделена магнитозона обратной полярности – вероятный аналог магнитного хрона C33r, подошву которого, следуя рекомендации Е. Вольфгринга с соавторами (Wolfgring et al., 2018), целесообразно использовать в качестве первичного признака для определения нижней границы кампанского яруса. Полученные данные обнаружили существенные расхождения с полученными ранее микрофаунистическими датировками разреза [Брагина и др., 2016], но согласуются с полученными впервые по этому разрезу определениями наннопланктона и диноцист (Александрова, Гужиков, 2018; Proshina et al., 2019).

В кампане ЮЗ Крыма магнитозона обратного знака намечена только в низах разреза «Кудрино». До получения палео- и петромагнитных данных предполагалось, что в разрезе «Аксу-Дере» пограничный интервал сантона-кампана не содержит крупных перерывов. Однако согласовать палео- и петромагнитные данные по «Аксу-Дере», «Кудрино» и «Кизил-Чигиру» и скоррелировать их с палеомагнитной шкалой можно только в допущении, что в «Кудрино» кампанский ярус представлен наиболее полно, а в «Аксу-Дере» и «Кизил-Чигире» нижние части кампана, соответствующие хрону C33r, отсутствуют. Для подтверждения или опровержения выполненных магнито-стратиграфических построений необходимо дождаться данных микропалеонтологических исследований, проводимых в настоящее время.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-05-00784-а).

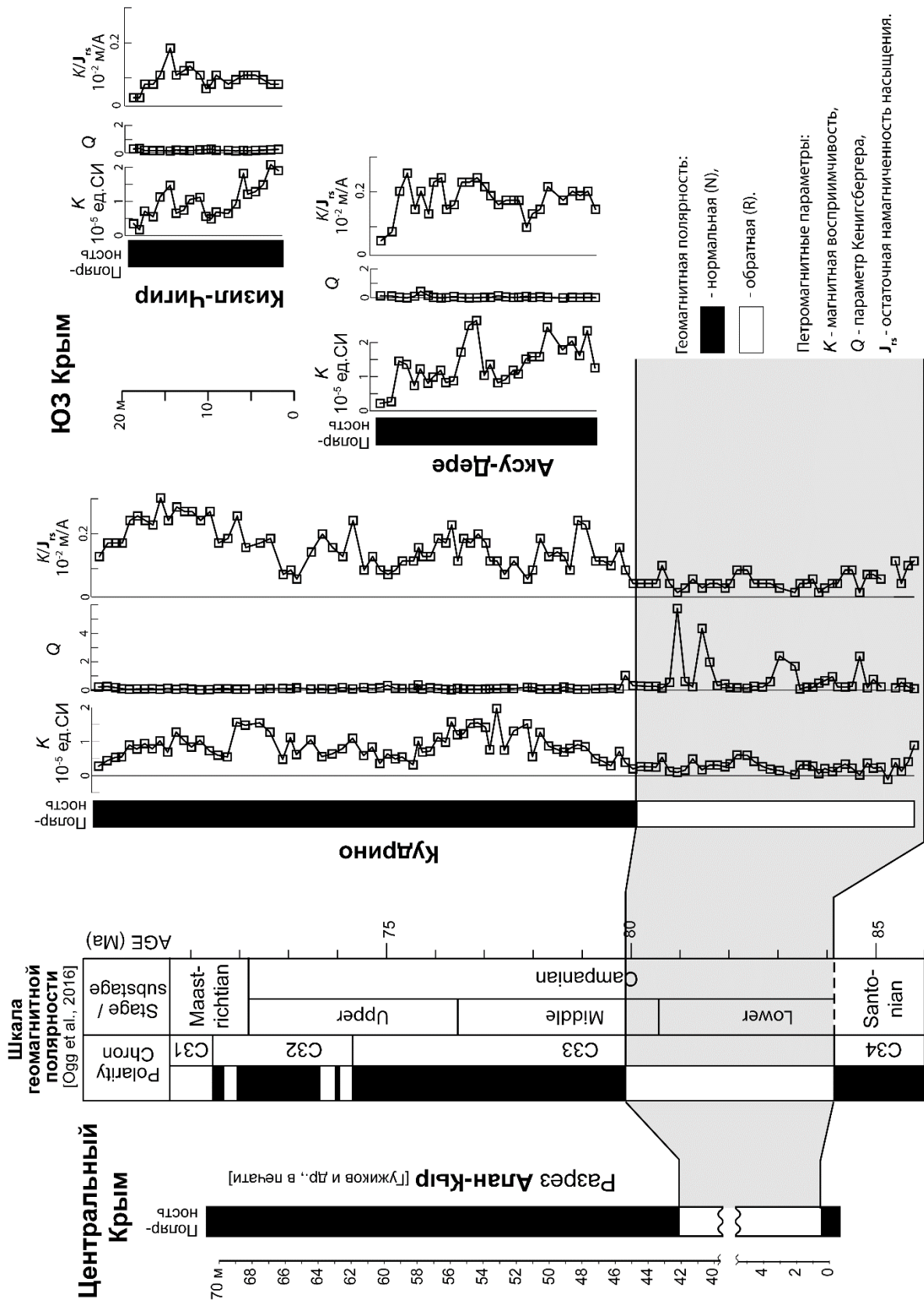


Рисунок 1 - Магнитостратиграфическое сопоставление разрезов кампанских отложений Центрального и ЮЗ Крыма с Шкалой геомагнитной полярности

ПАЛЕОМАГНЕТИЗМ КОНЬЯКСКИХ-САНТОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА АКСУ-ДЕРЕ (ЮЗ КРЫМ)

Гужиков А.Ю., Федулеев Д.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Палеомагнитному исследованию был подвергнут разрез коньяка–сантона Аксу-Дере, расположенный в 2 км к северу от с. Кудрино Бахчисарайского района республики Крым. Возраст пород надежно обоснован микро- и макропалеонтологическими данными. Между коньякским и сантонским ярусами установлен крупный перерыв, соответствующий среднему и верхнему коньяку.

Сантон характеризуется чрезвычайно малой магнитной восприимчивостью (K) ($0.16–1.70 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), а коньяк представлен преимущественно диамагнитными породами ($K = (-0.17)–(-0.36) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), но, несмотря на это, исследуемые образцы оказались стабильными в палеомагнитном отношении. В коньяке естественная остаточная намагниченность (J_n) варьирует от 0.83 до $1.27 \cdot 10^{-3}$ А/м, в сантоне – от 0.02 до $0.81 \cdot 10^{-3}$ А/м (рис. 1). В результате чистки переменным магнитным полем практически все образцы обнаружили однокомпонентный состав (рис. 2).

Данные магнито-минералогического анализа (коэрцитометрии, термомагнитных и микронзондовых исследований) позволяют обоснованно предполагать, что главным носителем намагниченности являются однодоменные частицы магнетита биогенного (или космогенного) происхождения.

Палеомагнитные направления соответствуют нормальной полярности поля, но имеют очень большой разброс. Кучности векторов в коньякских образцах (рис. 3а) в 1.8 раза меньше, чем в сантонских (рис. 3б), при том, что средние направления для коньяка и сантона статистически совпадают.

Тщательный поиск причин, не связанных с древним геомагнитным полем, но способных обусловить подобный эффект, не привел пока к успеху. Поэтому на данном этапе исследований рассматривается версия о существовании в коньякском и сантонском веках неизвестных ранее высокоамплитудных вариаций поля (рис. 4а, б).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-05-00784-а).

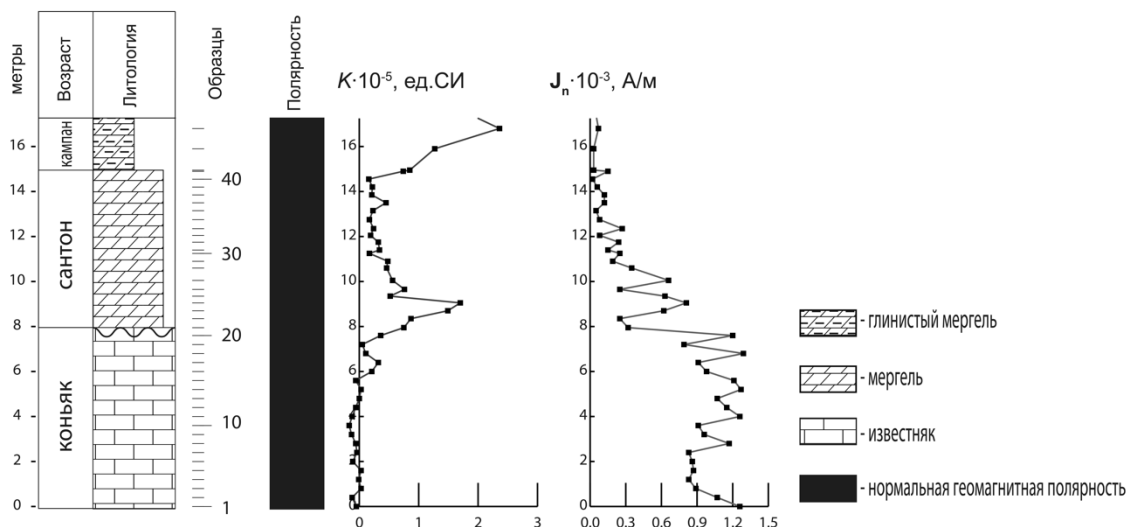


Рисунок 1 - Магнитостратиграфический разрез коньяка–сантона Аксу-Дере

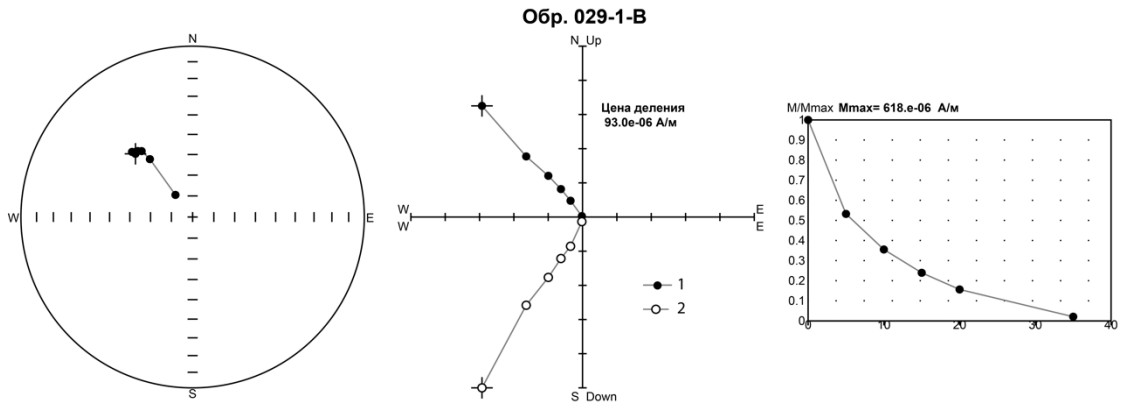
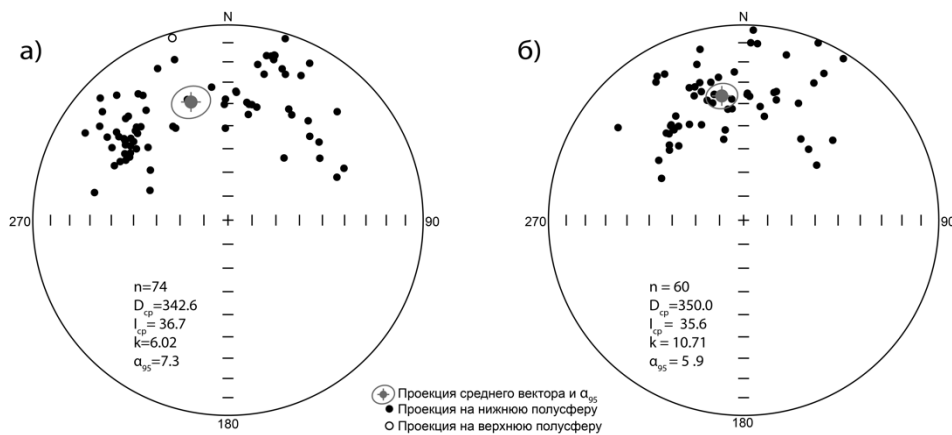


Рисунок 2-Типичный результат компонентного анализа. (Проекция на горизонтальную (1) и вертикальную (2) плоскости)



(n – число образцов, D_{sp} , I_{sp} – среднее палеомагнитное склонение и наклонение, соответственно, k – кучность, α_{95} – радиус круга доверия вектора).

Рисунок 3 - Стереографическое распределение характеристических компонент J_p в коньяке (а) и сантоне (б) разреза Аксу-Дере с стратиграфической системе координат

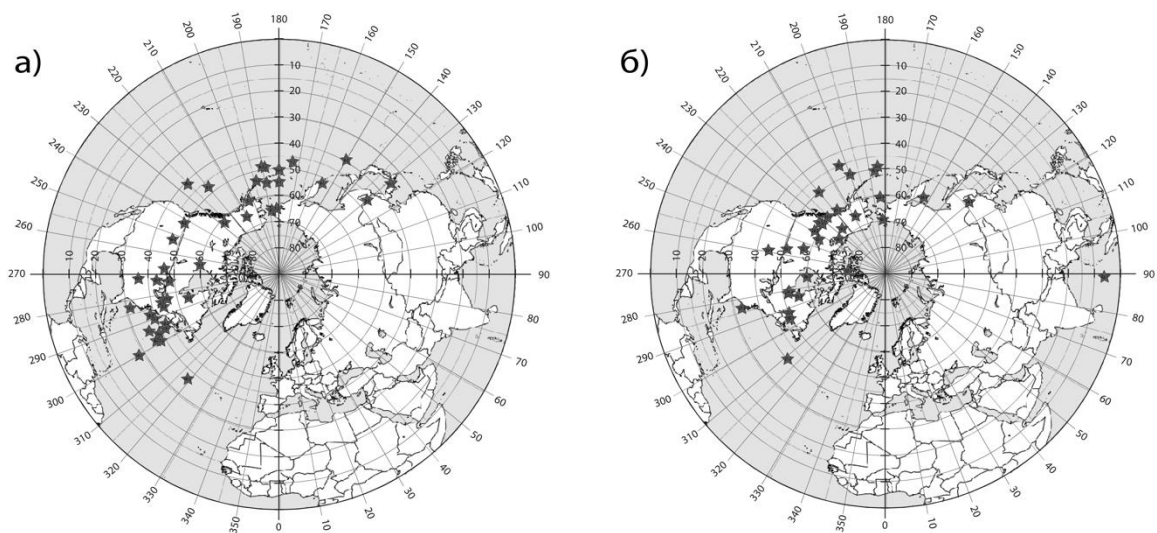


Рисунок 4 - Положения виртуальных магнитных полюсов, рассчитанных для коньяка (а) и сантона (б) в разрезе Аксу-Дере.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕТАЛЬНЫХ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГРАНИЦЫ ЮРЫ–МЕЛА В РАЗРЕЗАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Маникин А.Г., Грищенко В.А., Наумов Е.В., Дакиров Р.С.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В полевые сезоны 2017-2018 гг. было проведено детальное палеомагнитное опробование опорных разрезов пограничного интервала юры–мела Кашпир (п. Новокашпирский, Самарская область) и Марьевка (с. Марьевка, Ульяновская область). Актуальность исследований связана с необходимостью получения магнитополярной характеристики пограничного интервала юры – мела Русской плиты для решения проблем зональной (инфразональной) корреляции тетических и бореальных разрезов.

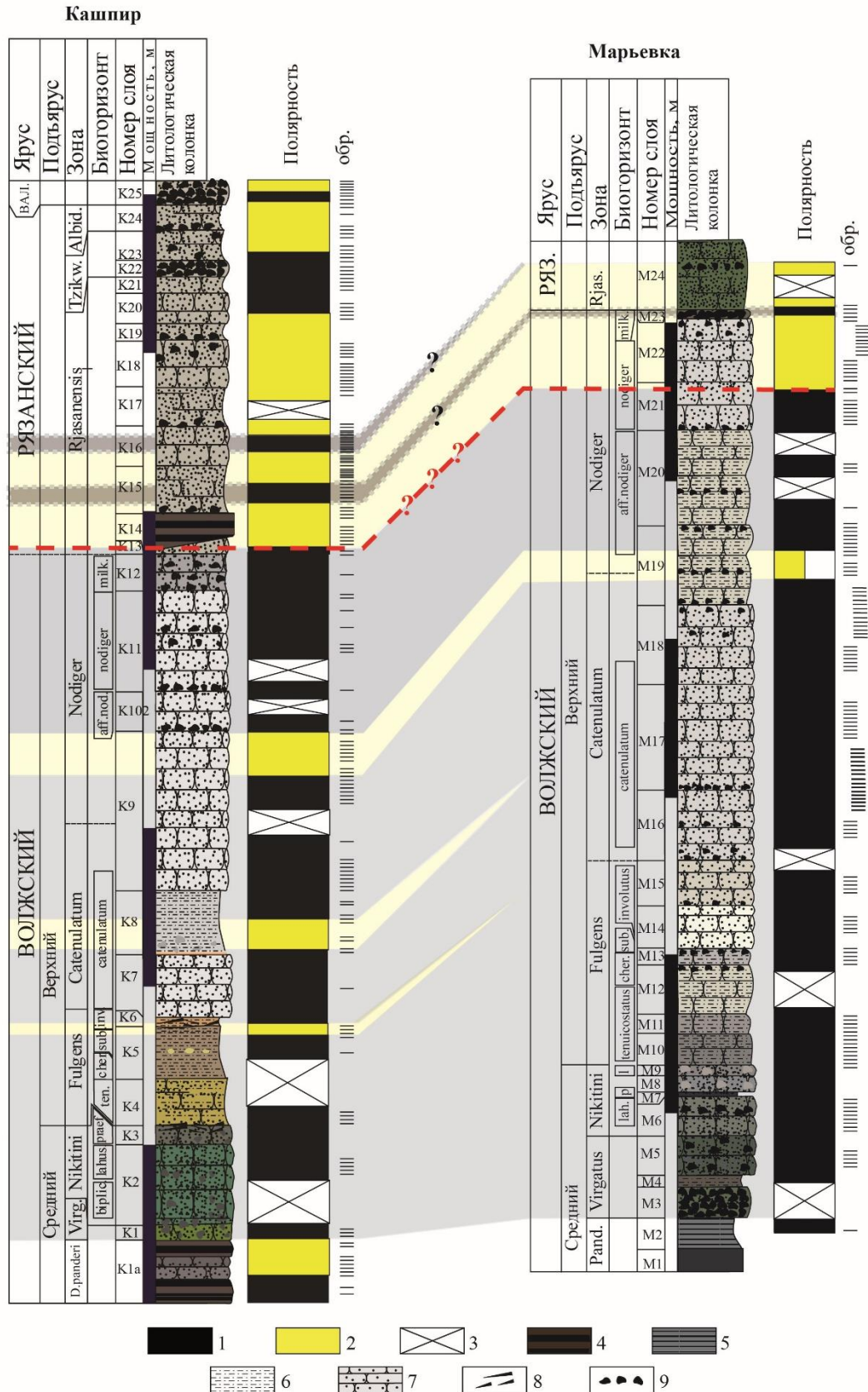
Исследуемые разрезы представляют собой маломощные, конденсированные толщи, в которых представлены полные последовательности аммонитовых зон волжского и рязанского ярусов.

Конденсированные отложения долгое время считались непригодным объектом для магнитостратиграфических исследований, ввиду ряда факторов (наличие многочисленных перерывов, слабая естественная остаточная намагниченность и др.).

В качестве обоснования пригодности исследуемых пород для палеомагнитного изучения, все палеомагнитные образцы были подвергнуты магнито-минералогическим и петромагнитным исследованиям. Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике (Молостовский, Храмов, 1997) и включали в себя магнитные чистки переменным полем на криогенном магнитометре 2G-Enterprices (SQUID, СКВИД) в Институте Физики Земли (ИФЗ РАН, Москва) и на спин-магнитометре JR-6 в лаборатории Петрофизики (СГУ, Саратов). Результаты компонентного анализа по чисткам переменным полем, проведённым на различных приборах, как правило, обнаруживали хорошую сходимость. В результате проведенных лабораторных исследований была доказана пригодность изучаемых отложений для магнитополярных определений.

Полученные в ходе исследований палеомагнитные колонки разрезов Кашпир и Марьевка имеют сложное магнитополярное строение и составлены чередованием зон прямой (N) и обратной (R) полярности (рис. 1). Учитывая сплошной отбор образцов, все выделенные зоны как N- так и R-полярности обоснованы образцами не менее чем с 3-х стратиграфических уровней, что является минимальным требованием для выделения магнитозоны (Храмов, Шолпо, 1967). Общая палеомагнитная структура обоих разрезов согласуется как между собой, так и с полученными ранее данными по разрезу Кашпир (Baraboshkin et al., 2016), доминирующая нормальная N-полярность соответствующая средне-верхневолжскому интервалу в рязанском веке сменяется преимущественно обратной полярностью. Полученная магнитополярная структура пограничного интервала юры-мела, в разрезе Кашпир хорошо согласуется с Международной шкалой геологического времени (Ogg et al., 2016) (рис. 1).

Основным результатом проведенной работы является обоснование сложной палеомагнитной структуры пограничного интервала юры-мела в разрезах Кашпир и Марьевка (рис. 1). Окончательные выводы о сопоставлении разрезов могут быть сделаны только в комплексе с новыми биостратиграфическими данными.



Условные обозначения: 1, 2 - прямая и обратная полярность геомагнитного поля, соответственно (в толщину половины колонки показана предполагаемая полярность); 3 - отсутствие данных о полярности; 4 - горючие сланцы; 5 - глина; 6 - глинистый песок; 7 - песчаник; 8 - окаменелые останки фауны; 9 - фосфоритовые конкреции

Рисунок 1 – Магнитостратиграфические разрезы пограничных отложений юры-мела Среднего Поволжья

Список литературы

1. *Молостовский Э.А.* Магнитостратиграфия и ее значение в геологии / Э.А. Молостовский, А.Н. Храмов // – Изд-во Саратов. ун-та. – 1997. – 180 с.
2. *Ogg J. G.* A Concise Geologic Time Scale / J. G. Ogg, G. M. Ogg, F. M. Gradstein // – Elsevier. – 2016. – 242 p.
3. *Baraboshkin E.Yu., Rogov M.A., Guzhikov A.Yu., Dzyuba O.S., Urman O.S., Shurygin B.N., Pestchevitskaya E.B., Manikin A.G.* (2016) Kashpir section (Volga River, Russia), the proposed auxiliary section for the J/K interval in Subboreal Realm // XIIth Jurassica Conference. IGCP 632 and ICS Berriasian workshop. Field Trip Guide and Abstracts Book, April 19–23, 2016, Smolenice, Slovakia. Bratislava: Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences, P.109-112.
4. *Храмов А.Н., Шолпо Л.Е.* Палеомагнетизм. Л.: Недра, 1967. 251с.

**ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕТРОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ
ПО КАМПАМУ-МААСТРИХТУ РАЗРЕЗА БОЛЬШЕВИК**

Суринский А.М.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Представлены результаты исследования карбонатного разреза кампана-маастрихта «карьер Большевик». Разрез расположен к северу от г. Вольск. В течение полевых работ для циклостратиграфических исследований было исследовано в целом 380 стратиграфических уровней, интервал отбора образцов составил 20 см. У каждого из образцов был измерен параметр удельной магнитной восприимчивости. По результатам математической обработки (Фурье-анализ) данных о магнитной восприимчивости отложений были выявлены циклы седиментации, отождествленные с астрономическими циклами известной длительности, предположительно, соответствующие периодам большого, малого эксцентриситетов земной орбиты (~ 400 тыс. лет, ~ 100 тыс. лет, соответственно) и изменений угла наклона земной оси к плоскости эклиптики (~ 40 тыс. лет).

Также в дополнение к существующим способам оценки темпов седиментации отложений разрез «Большевик» послужил объектом апробации принципиально нового способа, в котором данные об объемной магнитной восприимчивости (K) отложений взяты за показатель скорости осадконакопления.

**Экологическая
геология и
геоэкология.
Аспекты
захоронения
промстоков**

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ СВИНЦА, МЕДИ, ЦИНКА, НИКЕЛЯ, ХРОМА И КАДМИЯ В ПОЧВАХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ерёмин В. Н., Шешнёв А. С., Решетников М. В., Теслинова О. В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Ботанический сад Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского – особо охраняемая природная территория (ООПТ) регионального значения. Общая площадь ООПТ составляет 20,7 га. Геоморфологически территория располагается на нижней поверхности выравнивания Приволжской возвышенности с абсолютными отметками 120–150 м. Почвы относятся к культуроземам. Частично на участках засыпанных оврагов природные почвы заменены почвоподобными грунтами.

На территории ботанического сада согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 (1) выполнено геоэкологическое опробование почв с глубин 0–20 см. Заложено 30 площадок размером 5×5 м по равномерной сетке для выявления общей структуры геохимического поля почвенного покрова (рис. 1).

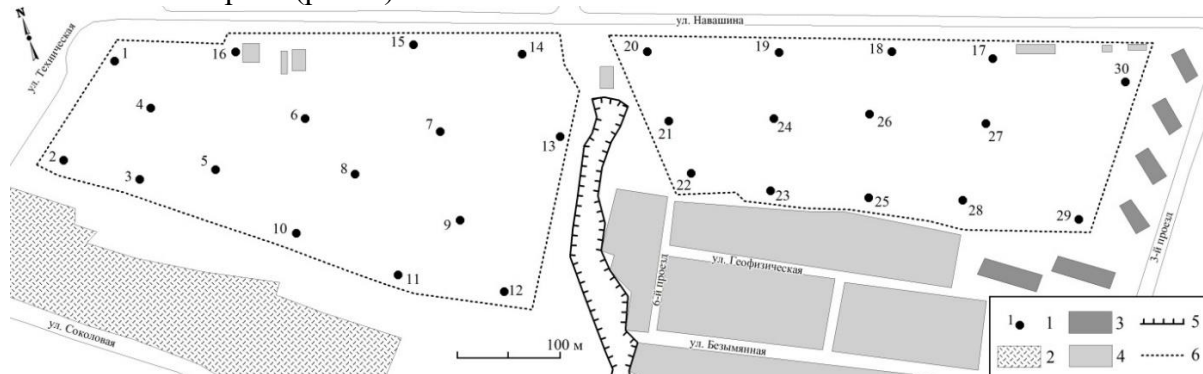


Рисунок 1 - Схема расположения площадок опробования почв на территории ботанического сада: 1 – площадки опробования почв; 2 – автотранспортные предприятия; 3 – многоэтажная застройка; 4 – малоэтажная застройка; 5 – бровки оврага; 6 – границы ботанического сада.

Методом атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2АТ» исследованы концентрации подвижных форм тяжелых металлов в почве, относящиеся к элементам I класса опасности: кадмия (Cd), свинца (Pb), цинка (Zn); II класса опасности: меди (Cu), никеля (Ni), хрома (Cr). Подвижные формы извлекались из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH = 4,8.

Поэлементная оценка степени химического загрязнения почвы по содержанию подвижных форм тяжелых металлов выполнена согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 (2). Данными требованиями к почвам для неорганических веществ I (Cd, Pb, Zn) и II (Cr, Cu, Ni) классов опасности выделяются следующие категории загрязнения: допустимая – содержание вещества менее предельно допустимой концентрации (ПДК), опасная – от ПДК до Kmax, чрезвычайно опасная – выше Kmax. ПДК приняты в соответствии с действующими нормативами. Kmax – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности, установленных в МУ 2.1.7.730-99 (3).

В результате лабораторных исследований определены концентрации подвижных форм тяжелых металлов.

Кадмий и хром. Концентрации не превышают ПДК.

Свинец. Концентрации превышают нормативные значения по трем площадкам опробования – 12 (2,8 ПДК), 23 (1,4 ПДК) и 26 (1,3 ПДК).

Медь. Кроме трех площадок опробования, по которым загрязнение почв допустимое (10, 24, 27), повсеместно фиксируется опасное загрязнение.

Цинк. По трем площадкам опробования содержание ниже ПДК (№7, 8, 10), по одной фиксируется чрезвычайно опасное загрязнение (№12). Остальные площадки характеризуются опасной категорией загрязнения.

Никель. Отмечается наиболее сложная структура геохимического поля. Выделены все три категории загрязнения (рис. 2).

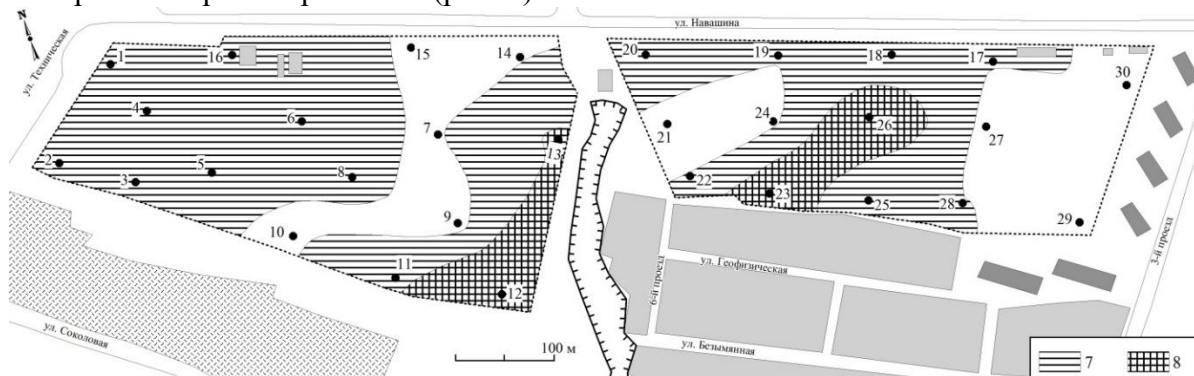


Рисунок 2 - Категории загрязнения почв подвижными формами никеля на территории ботанического сада: не заштрихованы участки с допустимым загрязнением, 7 – опасная; 8 – чрезвычайно опасная.

Выводы

1. Почвы территории ботанического сада Саратовского университета являются относительно чистыми по концентрациям подвижных форм кадмия и хрома. На небольших по площади участках фиксируется опасное загрязнение подвижными формами свинца, при чем они расположены в удалении от нагруженных автомобильным движением дорог. За исключением небольших по площади участков с допустимым загрязнением большая часть территории опасно загрязнена подвижными формами меди, цинка и никеля, а для концентраций подвижных форм никеля выявлены две небольшие территории с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения.

2. Для выявления источников опасного загрязнения почвенного покрова ботанического сада подвижными формами меди, цинка и никеля требуется проведение дополнительных исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (проекты МК-5758.2018.5, МК-3355.2019.5).

Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М. : Изд-во стандартов, 1985. 12 с.
2. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 19 с.
3. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М. : Федер. центр Госкомсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 38 с.

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕКТА НЕФТЕДОБЫЧИ НА РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Солдаткин С.И.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Одним из актуальных вопросов недропользования при добыче нефти и газа является минимизация техногенного воздействия на геологическую среду и в первую очередь на самую динамичную ее составляющую – подземные воды. Основным инструментом контроля степени техногенного воздействия является мониторинг подземных вод на объектах обустройства нефтегазовых месторождений. Методически правильно организованная система наблюдений и анализ результатов с учетом геологических, гидрогеологических и техногенных факторов позволяет выявлять проблемные участки и своевременно проводить мероприятия по снижению уровня воздействия.

Особенности техногенной трансформации показателей режима подземных вод рассмотрены на примере объекта нефтедобычи расположенном на плоской выровненной поверхности третьей надпойменной террасы левобережья р. Волги в Духовницком районе Саратовской области. В соответствии со схемой ландшафтного деления территория работ относится к Заволжскому террасовому северному ландшафтному району. Климат района - континентальный, с некоторым избытком тепла и недостатком увлажнения. Для района характерно жаркое, сухое лето и сравнительно холодная, малоснежная зима.

На данном участке изучалось влияние промышленной площадки нефтесборного пункта (75x95 м) НСП на грунтовые воды слабоводоносного верхне-среднечетвертичного слоя водоносного эоплейстоцен-неоплейстоценового горизонта.

Мониторинг подземных вод в 2014-2018 г.г. осуществлялся по трем существующим наблюдательным скважинам (1Ф, 2, 3). Наблюдательные скважины на грунтовые воды слабоводоносного верхне-среднечетвертичного слоя размещены по профилю, ориентированному по потоку грунтовых вод. Глубина скважин 1Ф, 2, 3 составляет 17,0 м.

Методика проведения мониторинга включала в себя наблюдения за уровнем подземных вод, их температурой и химическим составом 2 раза в год (весенний и осенний периоды в 2014-2018 г.г.

Минимальные глубины уровней грунтовых вод в районе промышленной площадки отмечались в 2014 году, а максимальные – в 2016 году (скв.1Ф и 3), что определяется природными факторами (водность года). В районе скв.2 минимальные глубины уровней грунтовых вод отмечались в 2015 году, а максимальные – в 2014 году, где на естественный характер природных факторов накладывает отпечаток наличие техногенной бессточной котловины в районе скважины созданной в 2014 году.

Таким образом, можно констатировать, что колебания уровня в целом носят естественный характер и определяются в основном водностью года, однако в районе скважины 2, в связи с созданием бессточного понижения, баланс грунтовых вод смещен в положительную сторону (увеличение инфильтрации) за счет аккумуляции поверхностного стока в техногенном понижении рельефа.

Температура грунтовых вод изменяется от 8,8 °С до 12,6 °С в весенний период, и от 8,0 °С до 10,1 °С осенью. Средняя амплитуда колебания температуры 0,6 - 0,7 °С. Температура грунтовых вод имеет фоновые значения.

По результатам мониторинга химического состава воды слабоводоносного верхне-среднечетвертичного слоя минерализация воды фоновой скважины (скв. 1Ф) изменялась от 0,52 г/дм³ до 0,97 г/дм³ в 2015 году, от 0,41 г/дм³ до 0,60 г/дм³ в 2016-2017 г.г и от

0,54 г/дм³ до 0,72 г/дм³ в 2018 году. Тенденций возрастания минерализации грунтовых вод по фоновой скважине выше по потоку грунтовых вод не установлено, что указывает на отсутствие за территорией НСП источников поступления минерализованных вод. В тоже время, прослеживается тенденция изменения химического состава – в 2015 году воды сульфатно-натриевые (по Сулину), в 2016-2017 г.г. воды меняют тип на хлоридно-магниевый, в 2018 году зафиксирован гидрокарбонатно-натриевый тип.

По результатам мониторинга в скв. 2 и 3 воды по химическому составу изменялись от сульфатно-натриевых (2014 г.) к хлоридно-магниевым (2015 и весенний цикл 2016 г.). Начиная с осеннего цикла 2016 года тип подземных вод по химическому составу изменился по скважине 3 на сульфатно-натриевый, хлоридно-магниевый и гидрокарбонатно-натриевый с минерализацией от 0,38 г/дм³ до 0,72 г/дм³. По скважине 2 в этот же период состав подземных вод изменился, в основном, на хлоридно-кальциевый, а осенью 2018 г. – на хлоридно-магниевый. Минерализация с 0,4-0,6 г/дм³ в 2014-2015 г.г. повысилась до 2,1 г/дм³ осенью 2016 г. и резко увеличилась до 15,0 г/дм³ в весенний период 2017 г., а затем снизилась до 9,5 г/дм³ осенью того же года, что существенно превышает природный фон. В течение 2018 года происходило дальнейшее снижение минерализации до 1,3-1,8 г/дм³.

Тенденция резкого возрастания минерализации грунтовых вод в отдельный период указывает на наличие поступления солей из зоны аэрации за счет усиления инфильтрации дождевых вод на локальном участке за счет их техногенной аккумуляции.

Основными компонентами-загрязнителями на объектах добычи и подготовки нефти являются хлориды и нефтепродукты. Они и определялись, как индикаторы загрязнений. Концентрации хлоридов изменялись от 12,4 мг/дм³ до 28,4 мг/дм³ в весенний период и от 171,6 мг/дм³ до 172,0 мг/дм³ осенью. Данные значения концентраций указывают на стабильность фоновой обстановки и отсутствие постоянных техногенных источников поступления хлоридов. Увеличение концентрации хлоридов в осенний период связано с поступлением вод с повышенными концентрациями хлоридов из зоны аэрации.

Аномально высокие значения концентрации хлоридов зафиксированы в скв. 2 и составили 9926,0 мг/дм³ весной 2017 г., но осенью 2018 г. концентрации снизились до 507 мг/дм³, но по-прежнему остаются выше фоновых показателей. Концентрации нефтепродуктов в течение мониторингового периода изменялись от 0,008-0,010 мг/дм³ до 0,039-0,070 мг/дм³ по всем скважинам. Таким образом, за период наблюдений тенденций возрастания концентраций нефтепродуктов по пунктам наблюдений не установлено. Концентрации соответствуют фоновым.

Характер изменения химического состава и концентраций загрязняющих веществ указывают на стабильность фоновой обстановки (скв.1Ф и 3) в воде верхне-среднечетвертичного слоя эоплейстоцен-неоплейстоценового водоносного горизонта и наличие гидрохимической аномалии за счет поступления хлоридов из зоны аэрации в районе скв.2 в связи с аномальным увеличением инфильтрации в техногенном бессточном понижении созданном в 2014 году.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ СКВЕРА ИМЕНИ О.И.ЯНКОВСКОГО (САРАТОВСКИЙ ДРАМТЕАТР) ПОДВИЖНЫМИ ФОРМАМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Теслинова О.В., Ерёмин В.Н., Шешнёв А.С., Решетников М.В.

ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский университет им. Н.Г.Чернышевского

Территория сквера ограничена улицами Университетская, Слонова, Железнодорожная и Рабочая, площадь его составляет 1,2 гектара. Декоративные деревья, кустарники, газон и цветы составляют зеленый фонд сквера. Из деревьев преобладают береза, рябина, голубые ели. Всего в саду произрастает 18 видов деревьев и 10 видов кустарников. На территории сквера расположено здание Театра драмы им. И.А.Слонова.

На территории сквера имени О.И.Янковского согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 [1] выполнено геоэкологическое опробование почв с глубин 0–20 см. Заложено 15 площадок размером 5×5 м.

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2АТ» исследованы концентрации подвижных форм тяжелых металлов в почве, относящиеся к элементам I класса опасности: кадмия (Cd), свинца (Pb), цинка (Zn); II класса опасности: меди (Cu), никеля (Ni), хрома (Cr). Подвижные формы извлекались из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH = 4,8.

Поэлементная оценка степени химического загрязнения почвы по содержанию подвижных форм тяжелых металлов выполнена согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 [2]. Данными требованиями к почвам для неорганических веществ I (Cd, Pb, Zn) и II (Cr, Cu, Ni) классов опасности выделяются следующие категории загрязнения: допустимая – содержание вещества менее предельно допустимой концентрации (ПДК), опасная – от ПДК до Kmax, чрезвычайно опасная – выше Kmax. ПДК приняты в соответствии с действующими нормативами. Kmax – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности, установленных в МУ 2.1.7.730-99 [3].

В результате лабораторных исследований определены концентрации подвижных форм тяжелых металлов.

Кадмий и хром. Концентрации не превышают ПДК, допустимая степень загрязнения почв.

Цинк. На пяти площадках опробования содержание ниже ПДК (№1, 2, 11, 12 13), допустимая степень загрязнения почв, в одной пробе фиксируется чрезвычайно опасное загрязнение (№3). В остальных пробах установлена опасная категория загрязнения (рис.1 А).

Никель. На двух площадках (№9 и 10) наблюдается чрезвычайно опасное загрязнение. В остальных пробах фиксируется опасная категория загрязнения (рис.1Б).

Медь. На всех площадках наблюдается опасное загрязнение, кроме площадки под номером № 3, на которой наблюдается чрезвычайно опасное загрязнение(рис.1В).

Свинец. Концентрации превышают ПДК по девяти площадкам опробования – 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, опасная степень загрязнения почв. В остальных пробах - не превышают ПДК. допустимая степень загрязнения почв (рис.1 Г).

Таким образом, проведенными исследованиями выявлены следующие закономерности. В почвах на территории сквера имени О.И.Янковского не обнаружено превышений нормативных значений концентраций подвижных форм кадмия и хрома. Концентрации подвижных форм свинца заметно превышают величины ПДК в почвах, особенно на участках, прилегающих к улице Железнодорожной. Наибольшую экологи-

геохимическую опасность представляет загрязнение почв медью, никелем и цинком, концентрации которых достигают опасных и чрезвычайно опасных значений. При этом контуры эколого-геохимических аномалий опасных концентраций никеля и цинка практически идентичны (рис. 1А и 1Б), а опасное загрязнение подвижными формами меди охватывают всю территорию (рис. 1В). Источниками загрязнения почв тяжелыми металлами, скорее всего, являются автотранспорт, электротранспорт (трамвай) низкие источники выбросов от крупного оборонного предприятия «Саратовский агрегатный завод», расположенного вдоль улицы Рабочей.

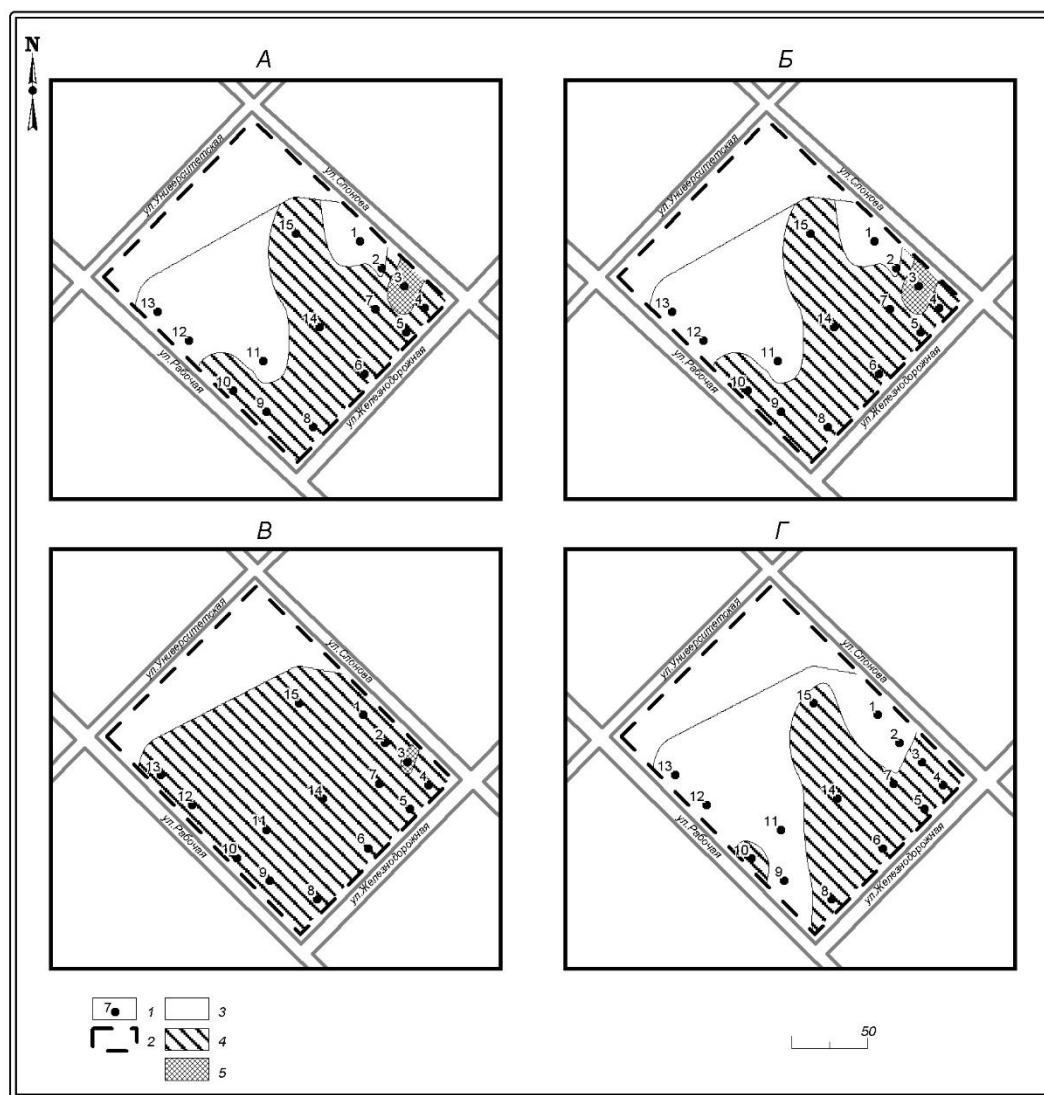


Рис. 1 Категории загрязнения почв подвижными формами **цинка (А), никеля (Б), меди (В) свинца (Г)** на территории сквера имени О.И.Янковского: 1 – площадки опробования почв; 2 – границы сквера; 3 - не заштрихованы участки с допустимым загрязнением, 4 – участки с опасным загрязнением; 5 – участки с чрезвычайно опасным загрязнением.

Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-84
2. СанПиН 2.1.7.1287-03
3. МУ 2.1.7.730-99

СТРОИТЕЛЬСТВО МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА С КОТЕЛЬНОЙ И ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИЕЙ В Г. ГОМЕЛЕ

Федорский М.С.

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Площадка изысканий расположена в районе проектируемого района застройки по ул. Федюнинского в г. Гомеле, юго-восточнее н. п. Новая жизнь.

Глубины зондирования и бурения равновелики (16 м). Глубина зондирования во всех точках меньше глубины бурения из-за повышенной прочности грунтов ИГЭ–9, 10, 11 и достижения предельного усилия вдавливания зонда. Фактическая глубина зондирования составила 6.8-12.9м. Для достижения намеченной глубины и оценки прочности сложения, ниже залегающих грунтов, зондирование в выработке 9 производилось с забоя скважины после разбурки прочного слоя (ИГЭ-9), глубина зондирования после разбуривания составила 11.7 м.

В геоморфологическом отношении площадка изысканий приурочена ко II надпойменной террасе р. Сож. Рельеф площадки полого-волнистый, частично подсыпан и изрыт, абс.отм. устьев скважин изменяются в пределах 134.62-136.15м с незначительным уклоном в юго-западном направлении. На площадке в момент проведения изысканий велись планировочные и вскрышные работы. Условия поверхностного стока удовлетворительные. Неблагоприятные геологические процессы не выявлены.

Согласно СНБ 2.04.02-2000 г. Гомель расположен в пределах климатического подрайона Пв. Абсолютная минимальная температура воздуха -35°C , абсолютная максимальная температура воздуха $+38^{\circ}\text{C}$. Продолжительность периода с температурой меньше 0°C составляет 125 суток в году. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов по данным БРИС БелУГКС на 1.10.98г. составляет для песков пылеватых - 121см, суглинков -99см, песков средних -130см.

В геологическом строении участвуют отложения:

Голоценовый горизонт (Q_{IV})Ш: техногенные (искусственные образования)- ($thIV$), вскрыты с поверхности скважинами 7-10, представлены песками средними в маловлажном, влажном состоянии с включениями остатков растительного слоя и супеси. Давность отсыпки менее года. Мощность отложений 0.8-1.7м.

Поозерский горизонт (Q_{IIIpz}): аллювиальные II-й надпойменной террасы р. Сож, (a_2IIIpz), вскрыты всеми скважинами, представленные песками пылеватыми в маловлажном состоянии, суглинками тугопластичной и мягкопластичной консистенции с маломощными (до 0.2м) прослоями песка влажного и водонасыщенного. Мощность отложений 2.4-6.1м.

Днепровский горизонт (Q_{IIId}): моренные мозырского подгоризонта ($gIIId_3$), вскрыты всеми скважинами, представлены супесью пластичной консистенции с маломощными (до 0.2м) прослойками и линзами (0.6-2.5м) песка мелкого в единичном случае среднего с тонкими прослоями супеси до 0.1м) водонасыщенного, с включениями гравия и гальки до 15%. Общая мощность отложений 4.5-8.2м.

Березинский-днепровский горизонт (Q_{Ibbr-d}): Флювиогляциальные межморенные отложения, ($fIbbr-IIId$), вскрыты всеми скважинами, представлены песками мелкими и средними, находящимися в водонасыщенном состоянии. Вскрытая мощность отложений 3.6-6.3м.

На площадке в период проведения инженерно-геологических изысканий повсеместно вскрыты: воды спорадического распространения аллювиальных и моренных отложений и межпластовые воды березинско-днепровского водоносного горизонта. Воды спорадического распространения, безнапорные вскрыты на глубине

2.4-3.7м (абс.отм. 131.72-133.35 м), приурочены к тонким прослойкам (0.2м) песков в аллювиальных суглинках (ИГЭ-3,4) и мореных супесях (ИГЭ-5-7). Воды спорадического распространения, напорные вскрыты скважинами 1,8,9 на глубине 4.4-6.5м (абс.отм. 123.85-131.55м), пьезометрический уровень установился на глубине 2.8-3.6м (абс.отм. 132.05-133.05м), напор 1.4-3.2м, вскрытая мощность водоносных песков мелких (ИГЭ-8,9)-1.7-2.5м. Межпластовые воды березинско-днепровского водоносного горизонта вскрыты всеми скважинами, напорные. Кровля горизонта вскрыта на глубине 9.7-11.8м (абс.отм. 123.85-125.52 м), пьезометрический уровень устанавливается на глубине 5.0-7.0 м (абс.отм. 128.65-129.95 м), напор 4.1-5.4 м, вскрытая мощность водоносных песков мелких и средних (ИГЭ-10,11)-3.6-6.3 м.

Во влагообильные периоды года максимальный прогнозируемый уровень вод спорадического распространения по материалам изысканий прошлых лет следует ожидать на 1.5м выше зафиксированного уровня. В эти же периоды года возможно образование верховодки в районе скважин 3,8,9, мощностью 0.3 - 0.5м.

По результатам химического анализа грунтовые воды, согласно ТКП 45-2.01-111-2008, соответствуют классу среды по условиям эксплуатации ХАО к бетону марки W4, W6, W8. По отношению к арматуре железобетонных конструкций грунтовые воды, при постоянном погружении соответствуют классу среды по условиям эксплуатации ХАО, при периодическом смачивании соответствуют классу среды по условиям эксплуатации ХА1.

Исследуемые грунты предварительно разделены на инженерно-геологические элементы (ИГЭ) в соответствии с ГОСТ 20522-12с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, типа, вида и данных статического зондирования в соответствии с СТБ 943-2007 и ТКП 45-5.01-15-2005(02250).

Песчаные и глинистые грунты естественного происхождения по прочности сложения расчленены по данным статического зондирования, комплексно отражающим структурно-текстурные особенности грунтов, согласно СТБ 943-2007.

В глинистых грунтах (ИГЭ - 3, 5 - 7) встречены локальные прослои с повышенными значениями q_s , которые по причине малой мощности (0.1 - 0.2 м) в отдельный ИГЭ не выделялись и исключены. Результаты испытаний грунтов штампом и физико-механических свойств для грунтов ИГЭ – 2 - 7 дополнены по данным испытаний аналогичных грунтов на примыкающих площадках района.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВОДНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Шешнёв А.С.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Города – источник концентрированного воздействия на качество вод волжского бассейна. Кроме бытовых и промышленных сточных вод, воды водохранилищ Волги загрязняются поверхностным стоком и городскими водотоками. Исследование качества водного стока городской овражно-балочной и малой речной сети представляется актуальным вопросом в связи с обеспечением экологической безопасности речного бассейна.

В работе исследуется территория города Вольска Саратовской области, расположенная на правом берегу Волгоградского водохранилища. Система

централизованного бытового канализационного водоотведения селитебных зон города, имеющего население около 62 тысяч человек, не оснащена очистными сооружениями.

Основная часть территории Вольска дренируется двумя малыми реками – Верхней и Нижней Малыковками, впадающими в Волгоградское водохранилище. В них без очистки поступает часть городских бытовых канализационных стоков и после очистки сточные воды промышленных предприятий. Гидрохимические исследования Верхней Малыковки, выполненные в 2009 году, выявили загрязнение вод малой реки по ряду компонентов и удручающее санитарное состояние [1].

По комплексу исследуемых веществ и показателей в последние годы качество поверхностных вод участка Волгоградского водохранилища в районе г. Вольска – «загрязнённая». Характерными загрязняющими веществами, по данным Саратовского ЦГМС – филиал ФГБУ «Приволжское УГМС», являлись: трудноокисляемые (по ХПК) и легкоокисляемые (по БПК₅) органические вещества, ион аммония, соединения меди, железо общее, нефтепродукты [2]. В 2018 г. к загрязняющим веществам, регистрируемым практически по всех водоемах Саратовской области, отнесены нефтепродукты, железо общее, органические вещества по БПК₅ и ХПК, нитриты и азот аммонийный, сульфаты, хлориды [3].

В 2019 г. проведено маршрутное обследование малых рек Верхней и Нижней Малыковок с картографированием притоков естественного и техногенного происхождения. Отбор проб вод выполнен в устьях перед впадением малых рек в Волгоградское водохранилище два раза – в период весеннего максимума стока и летне-осеннего минимума стока. Аналитические исследования выполнены в лаборатории геоэкологии Саратовского госуниверситета. Контролируемые вещества, определяемые как приоритетные загрязнители, относятся к трём классам опасности: 2 класс – высокоопасные (нитриты); 3 класс – умеренно опасные (железо общее, медь, цинк); 4 класс – малоопасные (сульфаты, азот аммония, нефтепродукты).

По результатам обследования малых рек и химического анализ проб воды установлено:

– на территории Вольска отвод поверхностных и канализационных вод осуществляется без очистки по малым рекам Верхней и Нижней Малыковкам в Волгоградское водохранилище;

– анализ проб вод показал повышенные концентрации всех определяемых показателей относительно рыбохозяйственных нормативов. Хозяйственно-питьевые нормативы в весенний период превышены по общему железу и нефтепродуктам, в летне-осенний – находятся в пределах нормативов;

– в целях защиты малых рек и Волгоградского водохранилища от загрязнения, соблюдения градостроительных и природоохранных норм необходима реализация комплекса мер по очистке поверхностного стока и недопущению поступления канализационных стоков в Волгоградское водохранилище. В 2019 г. ожидается ввод в эксплуатацию канализационных очистных сооружений, что должно способствовать улучшению качества вод водотоков.

Кроме того, на территории Вольска существуют объекты накопленного экологического вреда в береговой полосе. К ним относятся, в первую очередь, нерекультивированные площадки ликвидированных промышленных предприятий, от которых систематически фиксируется загрязнение волжских вод нефтепродуктами [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (проект МК-5758.2018.5).

Список литературы

1. Воронина М.К., Шешнёв А.С. Геоэкологическое состояние долины Верхней Малыковки // Недра Поволжья и Прикаспия. 2010. Вып. 62. С. 76–84.

2. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории деятельности Саратовского ЦГМС – филиал ФГБУ «Приволжское УГМС» за 2016. Саратов, 2017. 84 с.

3. Материалы Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году» по Саратовской области. Саратов: Управление Роспотребнадзора по Саратовской области, 2019. 279 с.

4. Шешнёв А.С., Ерёмин В.Н., Решетников М.В. Загрязнение нефтепродуктами вод Волгоградского водохранилища и почв в районе ликвидированного цементного завода (г. Вольск Саратовской области) // Геоэкология. 2016. № 5. С. 420–426.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ В НАШЕ ВРЕМЯ

Эльман К.А.

Сургутский институт нефти и газа (филиал) ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (филиал ТИУ в г. Сургуте) (отделение СПО)

На сегодняшний день, известно, что освоение ресурсов углеводородов расположенных на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры) охватывает многочисленный цикл хозяйственной деятельности округа, а также осуществляется фиксирование и предположение стрессовых факторов, которые могут воздействовать на экосферу. Весь цикл освоения ресурсов углеводородного потенциала по таким критериям как характер, а также последовательность выполняемой и планируемой хозяйственной деятельности округа подразделяется на пять основных стадий, а именно:

- Геолого-разведочные работы (ГРП);
- Разработка месторождений;
- Первичная обработка и переработка углеводородного сырья;
- Ликвидация эксплуатационных объектов;
- Постпроектная.

Также вышеперечисленные стадии будут различаться от вида работ, а также от самих ожидаемых результатов.

Известно, что начиная с 1995 года по настоящее время в пределах акватории округа ХМАО-Югры реализуется стадия ГРП, а также при соблюдении данного этапа осуществление каждого последующего этапа зависит от результатов работы предыдущего. Помимо этого учитывается основная схема геоэкологического районирования, которая включает в себя как основные объекты повышенной экологической значимости, так и объекты, которые, как правило, служат источником антропогенного воздействия при текущем и планируемом ведении ГРП, а также учитываются факторы, которые, безусловно, влияют на уязвимость природной среды округа в целом.

Безусловно, при общем расчёте геоэкологической уязвимости среды ХМАО-Югры применяется суммарная балльная оценка, которая позволяет оценить местоположение природоохранных территорий, а также по развитым месторождениям нефти и газа контролировать аномально высокие пластовые давления и сероводородные проявления.

Геоэкологическое районирование акватории ХМАО-Югры различается по степени экологической уязвимости, основным учитываем факторам, а также по баллам.

Всего выделяется IV степени экологической уязвимости:

I степень (наибольшая уязвимость) рассчитывается в баллах >40, и характеризуется основными учитываемыми факторами такими как: биосферные государственные

заповедники, особо охраняемые территории, открытые месторождения углеводородов, эколого-геодинамические риски при освоении углеводородных месторождений.

II степень рассчитывается в баллах 15 - 40, и характеризуется: миграционные пути осетровых - выявлением месторождений углеводородов, эколого-геодинамическими рисками при освоении углеводородных месторождений.

III степень рассчитывается в баллах 10 - 15, и характеризуется: миграционные потоки осетровых - выявлением месторождений углеводородов, эколого-геодинамическими рисками при освоении углеводородных месторождений.

IV степень рассчитывается в баллах <10, и характеризуется: перспективные территории для рыболовства – подготовленные структуры, открытые месторождения, эколого-геодинамические риски при освоении углеводородных месторождений.

Также стоит отметить, что с точки зрения экологической уязвимости различных сред на водные ресурсы IV-я степень и III-я степень выделенных зон менее уязвима при проведении ГРП, а также эксплуатации нефтяных и газовых месторождений на территории ХМАО-Югры. Непосредственно в диапазоне территории степени IV экологическая уязвимость особо выражена по размерам и запасам перспективных структур территории ХМАО-Югры.

Максимальные перспективы нефтеносности и газоносности, а также минимальные экологические последствия для рыбного хозяйства выводят вышеперечисленные структуры в разряд приоритетных перспектив объектов нефтяных компаний действующих на территории ХМАО-Югры.

**Геологические
объекты:
аспекты изучения,
сохранения,
мониторинга и
популяризации.
Геологические музеи.**

КАФЕДРЕ МИНЕРАЛОГИИ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА СТО ПЯТЬ ЛЕТ

Гончаренко О.П., Шелепов Д.А., Московский Г.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В 2019 году исполняется сто десять лет нашему университету, одной из старейших кафедр которого была кафедра минералогии. Но в жизни происходят разные события, которые коснулись нашей кафедры. Первый раз в 1927 году, когда кафедру минералогии объединили с кафедрой общей геологии, а второй раз в 2015 году была учреждена кафедра петрологии и прикладной геологии решением Учёного Совета Саратовского госуниверситета путём слияния кафедр минералогии и петрографии и гидрогеологии и инженерной геологии.

Несмотря на жизненные перипетии и различные реорганизации хочется вспомнить всех тех, кто создавал ровно 110 лет тому назад кафедру минералогии, которая числилась при медицинском факультете - единственном факультете университета.

В течение ряда лет должность заведующего кафедрой была вакантна и руководство ею осуществлялось комиссией в составе профессоров Е.И. Словцова, В.Д.Зернова и В.В. Челинцева (председатель). В 1912 году вместо уехавшего в Москву профессора В.В. Челинцева председателем комиссии был назначен профессор Р.Ф. Холман, который исполнял обязанности заведующей кафедрой и читал лекции студентам-медикам 1-го курса по геологии, минералогии с кристаллографией и организовал практикум по минералогии (К.М. Сиротин, 1985).

В 1917 году в Саратовском университете были открыты физико-математический, юридический и естественный факультеты. В составе последнего кафедра получила самостоятельный статус и на ее заведование был приглашен приват-доцент Томского университета П.П. Пилипенко. С самого начала своей деятельности в СГУ П.П.Пилипенко пришлось заниматься организационными вопросами и за время руководства профессором П.П. Пилипенко была выполнена огромная работа. Появились первые поляризационные микроскопы, было приобретено оборудование для минералогической лаборатории, которая хотя и в небольшом объеме, но была уже в состоянии выполнять специальные научные исследования. П.П. Пилипенко создал довольно крупный для Саратова того времени минералогический музей. В него вошла коллекция минералов из Радищевского музея; большое количество образцов, принадлежавших саратовскому капиталисту Кокуеву; коллекция бывшего 1-го реального училища. Одним из наиболее интересных и важных в научном отношении экспонатов музея являлась часть крупного метеорита, упавшего в 1918 г. в Вольском и Петровском районах Саратовской губернии. В 1927 году профессор И.П.Пилипенко перевелся в Московский государственный университет, но неоднократно приезжал в Саратов и читал здесь лекции.

Ввиду отсутствия реального кандидата на заведование наша кафедра, спустя некоторое время, была объединена с кафедрой геологии, возглавлявшейся профессором Е.А. Можаровским. В 1930-1931 годах в университете был открыт ряд новых факультетов и в их числе - геолого-почвенно-географический с геологической специальностью. При этом кафедра минералогии получила самостоятельность. Отныне она стала кафедрой минералогии и петрографии. Заведование ею было поручено доценту В.С. Васильеву. С 1931 года, благодаря введению ряда специальных дисциплин, объем работ и круг интересов сотрудников кафедры значительно расширился. С целью обеспечения кафедры кадрами началась подготовка аспирантов. Первыми аспирантами

стали И.Ф. Лобанов, М.Ф. Колбин, Б.А.Миротворцев, М.И. Пимбургскал, М.Г. Кондратьева, которые в последствии успешно защитили кандидатские диссертации. Они оказывали заметную помощь, как в проведении занятий, так и в научно-исследовательской работе (К.М. Сиротин, 1985).

Великая Отечественная война внесла определенные поправки в деятельность кафедры и университета. Геологические исследования, за исключением важнейших, были свернуты. Резко уменьшилось число студентов и сотрудников, часть из которых ушла в армию (И.Ф.Лобанов, Б.К. Горцуев, К.М. Сиротин, З.С. Вышемирский).

В послевоенные годы кафедра выпускала по 10-12 специалистов по минералогии и петрографии. На кафедре работали Л. П. Гаврикова, А. В. Смирнов, А. И. Горячев, Б. К. Горцуев, К.М. Сиротин, М.И. Пимбургская, М.И. Задумина. В это время начали преподаваться новые курсы — кристаллохимия, минераграфия и другие. Из исследований, проводившихся в 1950-е годы, можно упомянуть работы по геологической съемке в бассейне р. Дон, в средней части Верхоянского хребта, поиски алмазов в Якутии (И. Ф. Лобанов, К.М. Сиротин, В.И. Бгатов, Д.С. Коробов, М.Ф. Колбин и другие). По результатам исследований были защищены кандидатские диссертации Б.К. Горцуевым, К.М. Сиротиным, М.И. Пимбургской, В.И. Бгатовым, Д. С. Коробовым. В.С. Васильев в эти годы вел исследования кремнистых пород мезозоя в Поволжье, которые завершились защитой докторской диссертации. В течение двух лет (1953-1955) из состава кафедры выделилась самостоятельная кафедра геохимии, заведующим которой был доцент И.Ф. Лобанов.

С 1955 года сотрудники кафедры в течение многих лет участвовали в геологических исследованиях на Южном Урале и в Поволжье (К. М. Сиротин, М. И. Задумина). Итогом этих исследований были многочисленные статьи и защищенные диссертации: докторская — К.М. Сиротина (заведующий кафедрой в 1968-1988 годах), кандидатская и докторская — Я.А. Рихтера, кандидатские — С.П. Локтионова (заведующий кафедрой в 1988-1995 годах), В.А. Гуцаки, З.А. Яночкиной, В.В. Гудошниковым, А.М. Карповым. В 1960-е годы на кафедре были созданы учебные пособия по кристаллооптике, петрографии, минераграфии, минералогии, написан учебник по петрографии магматических пород. На кафедре функционировали химическая, спектральная, термическая, радиохимическая, рентгеноструктурная и другие лаборатории. На кафедре в 1973 году была создана лаборатория термобарохимии. Эти лаборатории явились в дальнейшем основой лабораторной базы НИИ геологии СГУ и важной составляющей тех успехов петрографо-минералогического направления, которые были достигнуты в 1960-1980-е годы. С ними связаны научные исследования доцента В.В. Гудошникова, профессоров А.Д. Коробова, Г.А. Московского (заведующий кафедрой в 1995-2010 годах), О. П. Гончаренко (заведующий кафедрой в 2010-2015 годах). На кафедре успешно функционировал минералогический музей. В помещениях кафедры имелись богатые стенды по минералогии, петрографии и полезным ископаемым. Работу музея курировали преподаватели кафедры М.И. Задумина, С.П. Локтионов. Долгое время смотрителем музея была О.М. Синякова. За годы, когда кафедра была выпускающей, было подготовлено 137 петрографов и геохимиков. Среди ее выпускников около десятка докторов наук, около сотни кандидатов наук.

На кафедре в разные годы работали: доктора наук профессора А.Д.Коробов, Я.А. Рихтер, кандидат наук, доцент Е. С. Умнов, ст. преподаватель Д.А. Шелепов, инженер Л.В. Музалевская, ведущий инженер Л.В. Казакова. Научные исследования велись сотрудниками кафедры по направлениям: «Гидротермальный литогенез в областях наземного вулканизма», «Геохимия галогенеза» и «Осадочный литогенез на Южном Урале и Нижнем Поволжье».

Разработки кафедры, основанные на инициативных исследованиях по литологии и геохимии галогенеза и выполненные по договорам с ООО «ЕвроХим-Волга-Калий» ,

ЦНИИГеолнеруд, ООО «ГеолХимПроект» и ООО «МагМайн» активно используются производственными организациями при разведке месторождений калийных и магниевых солей. Сотрудниками кафедры за последние 30 лет опубликовано 15 монографий, около 150 статей в центральной и зарубежной печати. Сотрудники кафедры регулярно участвовали и участвуют в международных и всероссийских конференциях.

Содержание

Геология, поиски и разведка горючих полезных ископаемых

<i>Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Логинова М.П., Колотухин А.Т., Мухин В.М., Елисеева Л.В.</i> Аутигенный доломит высокоуглеродистых пород баженовской свиты - показатель режима активного сингенетического нафтидогенеза	4
<i>Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Колотухин А.Т., Логинова М.П., Мухин В.М., Елисеева Л.В.</i> Вторичные терригенные экраны тюменской свиты – надежный фактор сохранения продуктивности бажено-абалакского комплекса	6
<i>Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Логинова М.П., Колотухин А.Т., Мухин В.М., Елисеева Л.В.</i> Зональность гидротермального минералогенеза – ключ к пониманию пространственного распределения УВ в битуминозных толщах баженовской свиты	8
<i>Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Коробова Л.А., Логинова М.П., Колотухин А.Т., Мухин В.М., Елисеева Л.В.</i> К проблеме несоответствия стадий метаморфизма углей и эпигенеза межугольных пластов-коллекторов	9
<i>Коробов А.Д., Коробова Л.А.</i> «Ломонтитовые столбы» северной части Западно-Сибирской плиты – новый объект поиска углеводородного сырья	11
<i>Навроцкий О.К., Зотов А.Н., Давыдова Н.В.</i> Отражение залежей углеводородов в геотермическом поле осадочного чехла	13
<i>Пронин А. П.</i> Перспективы нефтегазоносности палеозойских отложений Северо-Каспийского поднятия (северная часть акватории Каспийского моря, Казахстан)	15

Геофизика. Методы поиска полезных ископаемых и сопровождения бурения

<i>Волкова Е.Н.</i> Характеристики потенциальных полей нефтегазоперспективных участков	18
<i>Волкова Е.Н., Баукова Н.Н., Тимофеев В.В.</i> Интерпретация геофизических материалов Вольновского полигона	19
<i>Головин Б.А., Волкова Е.Н., Московский И.Г.</i> К оценке информативности контролируемых параметров при бурении скважин	21
<i>Головин Б.А., Руднев С.А.</i> Выделение реперных горизонтов для целей литолого-петрофизического моделирования методами ГТИ	23
<i>Головин К.Б., Кузнецов И.В., Калинин М.В.</i> К определению характера насыщения пластов-коллекторов девонских и каменноугольных отложений (в Саратовском и Самарском Поволжье)	25
<i>Губатенко В. П.</i> О построении эквивалентных геоэлектрических разрезов в методе становления поля	27
<i>Губатенко В. П., Осипов В. Г., Рахметов С. М.</i> Построение кривой зависимости времени становления поля от глубины исследования для различных разносов	29
<i>Губатенко В. П., Рахметов С. М., Осипов В. Г.</i> Зависимость времени становления поля от глубины исследования	32
<i>Малюга А.Ю., Макутин Н.Н.</i> Построение трендов нормального уплотнения в применении методов «D-EXP» и «SIGMALOG»	35
<i>Михеев С. И.</i> Некоторые проблемы выбора сечения структурных карт и оценки достоверности существования структур	36

<i>Руднев С.А.</i> Определение момента вскрытия кровли продуктивного пласта численным методом на основе скорости проходки	38
<i>Санникова Е.П., Тимофеев В.В.</i> Решение «проблемы прямого обратного хода в гравиразведке»	41
<i>Чирков В.Ю., Малюга А.Ю.</i> Повышение качества газового каротажа за счет применения дегазаторов постоянного объема с блоком термостабилизации	43
<i>Шигаев В. Ю.</i> Активизация геохимических процессов постоянным электрическим током при прогнозировании нефтегазоносности	44

Литология, геохимия и геохимические методы поиска полезных ископаемых

<i>Гончаренко О.П., Московский Г.А., Шелепов Д.А., Соломон М.В., Байгузина А.З.</i> Условия формирования доломит-магнезит-ангидритовых пород из кровли продуктивного горизонта Гремячинского месторождения калийных солей	48
<i>Лихоман О.А.</i> Актуальные вопросы геологии юго-востока Восточно-Европейской платформы	49
<i>Московский Г.А., Гончаренко О.П., Соломон М.В., Шелепов Д.А., Лашина И.Л.</i> Модель пермского галогенеза Прикаспия: палеогеографический и физико-химический аспекты формирования солей	52
<i>Рихтер Я.А.</i> Петрографические свидетельства активности флюидов в фундаменте Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции	54
<i>Теплякова Е.В.</i> Особенности накопления лития в рассолах палеозойских отложений юго-востока Русской платформы	56

Региональная геология, палеонтология и стратиграфия

<i>Ильинский Е.И.</i> Таксономический состав и фациальное распределение брахиопод в маастрихтских отложениях Поволжья	60
<i>Коломоец А.В.</i> Рудоносность углеродистых отложений Кумакского рудного поля	61
<i>Матлай Л.М.</i> Известковый наннопланктон из мезозойских отложений северо-западного шельфа Черного моря	63
<i>Первушов Е.М., Романов Н.С.</i> Демоспонгии верхнего мела – палеоцена юго-востока Восточно-Европейской платформы	65
<i>Первушов Е.М., Сельцер В.Б., Калякин Е.А., Рябов И.П., Ильинский Е.И., Гужикова А.А.</i> Структура губкинского горизонта (турон-коньяк) на территории правобережного Поволжья	67
<i>Первушов Е.М., Худяков Д.В.</i> Позднемеловые известковые губки Поволжья	69
<i>Попов Е.В., Лопырев В.А., Бирюков А.В., Воронков И.Р.</i> О новом местонахождении верхнемеловых хрящевых рыб в южном Зауралье	71
<i>Сельцер В.Б.</i> Распространение белемнитов и иноцерам в интервале верхний коньяк-нижний сантон на территории Поволжья	72

Палео- и петромагнитные исследования

<i>Грищенко В.А.</i> Магнитостратиграфия пограничного интервала берриаса-валанжина Феодосийского района (Крым)	76
<i>Гужиков А.Ю.</i> Магнитостратиграфия кампана Горного Крыма	78
<i>Гужиков А.Ю., Федулеев Д.В.</i> Палеомагнетизм коньякских-сантонских отложений разреза Аксу-Дере (ЮЗ Крыма)	80

<i>Маникин А.Г., Грищенко В.А., Наумов Е.В., Дакиров Р.С.</i> Результаты детальных магнитостратиграфических исследований границы юры–мела в разрезах Среднего Поволжья	82
<i>Суринский А.М.</i> Циклостратиграфический анализ петромагнитных данных по кампану-маастрихту разреза Большевик	84
Экологическая геология и геоэкология. Аспекты захоронения промстоков	
<i>Ерёмин В. Н., Шешнёв А. С. , Решетников М. В. , Теслинова О. В.</i> Оценка уровней концентраций подвижных форм свинца, меди, цинка, никеля, хрома и кадмия в почвах ботанического сада Саратовского университета	88
<i>Солдаткин С.И.</i> Влияние объекта нефтедобычи на режим подземных вод	90
<i>Теслинова О.В., Ерёмин В.Н., Шешнёв А.С., Решетников М.В.</i> Оценка степени загрязнения почв сквера имени О.И.Янковского (Саратовский драмтеатр) подвижными формами тяжелых металлов	92
<i>Федорский М.С.</i> Строительство многоквартирного жилого комплекса с котельной и трансформаторной подстанцией в г. Гомеле	94
<i>Шешнёв А.С.</i> Особенности состава водного стока с территории города в условиях отсутствия канализационных очистных сооружений	95
<i>Эльман К.А.</i> Актуальность экологической геологии и геоэкологии в наше время	97
Геологические объекты: аспекты изучения, сохранения, мониторинга и популяризации. Геологические музеи.	
<i>Гончаренко О.П., Шелепов Д.А., Московский Г.А.</i> Кафедре минералогии Саратовского университета сто пять лет	100
Содержание	103

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ
научной межведомственной конференции
(с международным участием)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2019

к 110-летию СГУ имени Н.Г.Чернышевского

Саратов, 24-25 октября 2019 года

Компьютерная верстка: Фомин В.А.
Ответственный за выпуск: Пименов М.В

ISBN 978-5-907175-24-2



Подписано в печать 10.10.2019. Формат 60x84 1/8.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 13,5 (16,2). Уч.-изд. л. 6,2. Тираж 150. Заказ 466-2025.

Саратов, Издательство «Техно-Декор»
ул. Московская, 160
тел.: (8452) 26-38-48
sar-print.ru