

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
Геологический факультет
ООО «Нефтегазсервис Саратов»



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2021

*Материалы Всероссийской научно-практической конференции
г. Саратов, 2-3 декабря 2021 года*

*к 90-летию геологического факультета
СГУ имени Н.Г.Чернышевского*

Издательство «Техно-Декор»
Саратов 2021

УДК 55(082)
ББК 26.3я43
Г35

Геологические науки – 2021: Материалы Всерос. научно-практ. конф. (Саратов, 2 - 3 декабря 2021 г.) – Саратов: Издательство «Техно-Декор», 2021. – 98 с.: ил.
ISBN 978-5-907175-80-8

Сборник содержит материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции «Геологические науки – 2021» (2-3 декабря 2021 г., г. Саратов). Доклады посвящены различным аспектам геологических наук и располагаются в тематическом порядке по разделам: «История геологического изучения юго-востока европейской части России», «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», «Информационные технологии в науках о Земле», «Геологическое сопровождение инфраструктурных проектов», «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 «Нефтегазсервис Саратов» за помощь в издании сборника.

История геологического изучения юго-востока европейской части России

ГАЛОГЕННАЯ ФОРМАЦИЯ И ЕЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ

Гончаренко О.П., Шелепов Д.А., Лашина И.Л.

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

Формирование галогенных формаций и связанных с ними отложений заключительных стадий галогенеза в истории развития Земли отмечается на протяжении всего фанерозоя. Наиболее примечательным результатом заключительных стадий галогенеза было накопление продуктов эвтонической стадии, проявления которой установлены только в солеродных бассейнах пермского, мелового и неогенового периодов. Отложения заключительных стадий галогенеза установлены во многих калиеносных бассейнах в пределах Азии, Европы, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии.

Анализ стратиграфического положения отложений заключительных стадий галогенеза в солеродных бассейнах фанерозоя свидетельствует о том, калийные соли установлены во всех геологических системах, за исключением ордовикской. При этом половина калиеносных бассейнов приурочена к средне-позднедевонскому, пермскому и палеоген-неогеновому периодам.

Калиеносные отложения, установленные в различных солеродных бассейнах земного шара, геохронологически установлены во всех калиеносных бассейнах фанерозоя – от кембрийских до четвертичных. Сильвин отмечается во всем стратиграфическом разрезе фанерозоя; карналлит в ряде бассейнов отсутствует. Однако известны бассейны, в отложениях которых карналлит преобладает над сильвином (позднетриасовые отложения Северо - Африканского бассейна, раннемеловые отложения Габон-Ангольского бассейна и Сержипи-Алагоас и позднемеловые отложения в бассейнах Корат и Сакон-Након). Породы карналлитового состава шире развиты в солеродных бассейнах кембрия, перми, триаса, мела, а также миоцена.

Особого внимания заслуживает стратиграфическая приуроченность залежей и отложений бишофитового состава. В фанерозое солеродные бассейны впервые достигали в своем развитии эвтонической стадии в пермском периоде. Пластовые залежи бишофита установлены в Днепровско-Донецком, Припятском, Прикаспийском и Центрально-Европейском бассейнах. В пермских бассейнах бишофит встречается в ассоциациях с карналлитом, сульфатно-магниевыми солями (в основном с кизеритом) и с галитом. В меловом периоде в Габон-Ангольском бассейне в соленосной формации также встречается несколько мощных бишофитовых залежей. Бишофит здесь отмечается в парагенезисе с карналлитом, тахгидритом и галитом. В неогене (Сицилийский бассейн) бишофит образуется в ассоциациях с сульфатно-магниевыми солями (кизерит) и карналлитом. Наиболее масштабным этапом проявления бишофитонакопления в истории развития осадочной оболочки Земли из трех выявленных периодов является пермский.

Одним из наиболее редких и уникальных продуктов заключительной стадии галогенного процесса является тахгидрит. Проявления тахгидритовой минерализации установлены в разрезе пермского Центрально-Европейского бассейна и в прибортовой части пермского Прикаспийского бассейнов. Мощные толщи тахгидритовых отложений, достигающих 100 м., выявлены в аптских Габон-Ангольском и Сержипи-Алагоас бассейнах, а также в позднемеловых бассейнах Корат и Сакон-Након. В пермских бассейнах тахгидрит ассоциирует с бишофитом, а в меловых – с бишофитом и карналлитом или, чаще, только с карналлитом (Корат и Сакон-Након).

Помимо калийных отложений хлоридного типа в ряде калиеносных бассейнов в различных количествах формируются сульфатные калийные и магниевые соли. Они

стратиграфически приурочены к нижнекембрийской, нижнесилурийской и каменноугольной соленосным формациям, в которых установлены их минералогические проявления, представленные лангбейнитом, полигалитом и кизеритом. Роль сульфатных калийных солей существенно возрастает в пермское время. Во всех калиеносных бассейнах этого периода, за исключением Амазонского бассейна, установлены сульфаты калия и магния, которые представлены широким разнообразием минеральных ассоциаций. В мезозое, в триасовых и юрских калиеносных бассейнах сульфатная минерализация проявлена слабо и представлена полигалитом. В кайнозойских калиеносных бассейнах роль сульфатных калийных солей резко увеличивается. Наибольшие масштабы их проявления отмечаются в неогене (Предкарпатский и Сицилийский бассейны). Главными породообразующими минералами калиеносных сульфатных отложений неогеновых бассейнов являются лангбейнит и каинит.

Многообразие минеральных ассоциаций соленосной формации и связанных с ними полезных ископаемых всегда привлекало исследователей - геологов. Начиная с 1974 года, проводились солевые совещания, которые собирали огромное количество участников со всего Советского Союза и зачастую с участием зарубежных исследователей. Для того, чтобы понять всю глубину научных интересов и проблем, обсуждаемых на совещаниях, предлагаем вспомнить основные темы солевых совещаний. Первое Всесоюзное солевое совещание на тему «Физико-химические и палеогеографические проблемы соленакопления и формирования месторождений калийных солей», Новосибирск, 3-6 июня 1974 года. Второе Всесоюзное солевое совещание на тему «Соленосные формации и практическое значение их изучения», Новосибирск 10-14 сентября, 1979 г. Третье Всесоюзное солевое совещание на тему «Общие проблемы галогенеза», Лиманчик 25-27 августа, 1983 г. Четвертое Всесоюзное солевое совещание на тему «Проблемы морского и континентального галогенеза», Новосибирск 30 августа - 1 сентября, 1988 г. Пятое Международное Всероссийское солевое совещание на тему «Проблемы формирования и освоения месторождений полезных ископаемых солеродных бассейнов», Санкт-Петербург, 11-13 октября, 1994. Шестое солевое совещание на тему «Проблемы формирования и комплексного освоения месторождений солей», Соликамск, 2000 г.

С исследованием галогенной формации и условий ее формирования связаны имена замечательных геологов-солевику. Это прежде всего М.Г. Валяшко, И.К. Жеребцова, В.И. Борисенков – Московский университет, Я.Я. Яржемский, М.П. Фивег, В.В. Куриленко - Ленинградский университет, С.А. Свидзинский, Ф.И. Ковальский, Л.Н. Морозов – Волгоградская экспедиция ПГО «Нижневожскгеология», М.А. Жарков, Т.М. Жаркова, Г.А. Мерзляков – Институт геологии и геофизики СО АН СССР, В.И. Седлецкий, Н.М. Седлецкая, А.С. Макаров, В.С. Деревягин – Ростовский университет, О.И. Петриченко, В.М. Ковалевич, В.И. Китык, Е.П. Сливко, Гринив С.П. – Институт геологии нефти и газа (г. Львов). Саратовская школа солевику связана с именами К.М. Сиротина, Г.А. Московского, О.П. Гончаренко, Ю.А. Писаренко, К.А. Маврина, Казанская школа – это И.Н. Тихвинский, М.Д. Диаров, А.К. Вишняков.

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

ЛИТОГЕНЕЗ, СОПРЯЖЁННЫЙ С ТЕКТОНО-ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ АКТИВИЗАЦИЕЙ — ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Коробов А.Д.

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

Геодинамическая обстановка, способствующая возникновению углеводородных (УВ) залежей, отличается обязательным совместным участием катагенетической (региональной фоновой) и гидротермальной (локальной наложенной) проработками пород. С точки зрения энергетики это прогрев, вызванный монотонным длительным погружением, но усиленный гидротермальным процессом, порождённым кратковременной сеймотектонической активностью, т.е. тектоно-гидротермальной деятельностью (Коробов и др. 2005). Общий прогрев пород обусловлен сочетанием кондуктивного тепло-и конвективного теплопереноса. Проблема заключается в том, что геологи часто игнорируют сеймотектонический фактор, который с участием горячих вод резко увеличивает массообмен в геологической среде. Это вызывает стремительную эвакуацию микроневфти из материнских толщ и при благоприятных условиях образование залежей УВ. Недоучёт такого обстоятельства приводит к искажённым представлениям о механизме и путях миграции нефти и в конечном итоге к неверным прогнозным оценкам на УВ сырьё рифтогенных бассейнов.

При резком проявлении тектонической активизации интенсивность прогрева горных пород за счет конвективного теплопереноса намного выше по сравнению с прогревом, обусловленным кондуктивным переносом тепла. Поэтому температуры самих пород по витринитовой шкале отличаются от температур циркулировавших в них растворов, о которых судят по палеотермометрии газовой-жидких включений (ГЖВ). И эта разница, определяемая скоростью прогрева, тем существеннее, чем тектоническая активизация выше.

Х.А. Хедеманн (Hedemann, 1963) установил, что в обстановке стремительного нагрева толщ процессы метаморфизма угля происходят медленнее, чем рост температур, поскольку скорость деструкции каустобиолитов в силу своей инертности отстаёт от скорости нарастающего прогрева. Поэтому, находясь в зоне быстро увеличивающегося конвективного теплопереноса нефтегазоносных районов, углистые частицы, распределенные в основной массе материнских толщ, оказываются «недометаморфизованными», а рассеянное ОВ, по Н.П. Гречишникову и Ю.В. Степанову (1991) «недогретым» относительно участков гидротермальной проработки пород из тех же интервалов разреза, которые характеризуются эпигенетическим минерагенезом с ГЖВ. В силу названных обстоятельств, В.В. Станов (1985) утверждает, что одна и та же степень метаморфизма угля может приходиться на разные температуры с разбросом в 100-200 ° в зависимости от скорости нагрева.

Такое положение дел определенным образом характеризует соотношение температур материнских толщ и циркулирующих в них флюидов для районов крупных скоплений нефтяных залежей. Установлено, что на промышленных УВ - месторождениях материнские толщи прогреты по витринитовой шкале до 80°-160°С (главная фаза нефтеобразования (ГФН)), а температуры гомогенизации ГЖВ в гидротермальных минералах из тех же самых пород заметно превышают их значения. С другой стороны, если прогрев материнских толщ ограничивался преимущественно кондуктивным теплопереносом (отсутствуют гидротермальные минералы и ГЖВ), то, несмотря на достижение ГФН по витринитовой шкале, активной эвакуации УВ не происходит, промышленные месторождения не возникают, и в лучшем случае формируются

нефтепроявления (Гречишников, 1991). Поэтому выявление структур с признаками активизации конвективного теплопереноса на основе вышеуказанного несоответствия палеотермометрии по гомогенизации и по витринитовой термометрии представляет первостепенный интерес при прогнозировании нефтегазоносности глубокозалегающих горизонтов.

На основании изложенных в докладе данных можно заключить следующее:

1. Структурная перестройка рифтогенных бассейнов сопровождается тектоно-гидротермальной активизацией. Эпигенетические процессы, ей сопутствующие, контролируются, в первую очередь, конвективным теплопереносом.

2. Газово-жидкие включения новообразованных минералов, как и сами минералы или фрагменты их регенерации, служат индикаторами тектоно-гидротермальных явлений.

3. Формирование нефти и газа обеспечивают химические реакции, протекающие при деструкции ОВ осадочных толщ, механически активизированных природными сейсмотектоническими процессами. Подвижность газово-жидких УВ при первичной и латеральной миграции определяется, прежде всего, интенсивностью наложенного тектоно-гидротермального воздействия.

4. Показатель интенсивности тектоно-гидротермальной активизации равен отношению максимальных палеотемператур гомогенизации ГЖВ к палеотемпературам, рассчитанным по отражательной способности витринита. Этот показатель, выявленный для одних и тех же интервалов геологического разреза, характеризует уровень палеогеотермического несоответствия природной системы.

5. Уровень палеогеотермического несоответствия можно использовать при прогнозных оценках территории на УВ сырьё. Для перспективных рифтогенных площадей, где материнские породы достигли температурной зоны 80°-160°С за счёт кондуктивного прогрева, его значения варьируют (приблизительно) в пределах 1,5-2,5.

6. Известный тезис «Нефть-детище литогенеза» (Вассоевич, 1967, с. 152) можно уточнить следующей формулировкой: Нефть-детище литогенеза, сопряжённого с тектоно-гидротермальной активизацией.

ROCK-EVAL И ЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ МИКРОСКОПИЯ ПРОТИВ МИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ (ИЛИ К ПЕРЕСМОТРУ ОДНОЙ НАУЧНОЙ ПАРАДИГМЫ В НЕФТЯНОЙ ГЕОЛОГИИ)

Навроцкий О.К.

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

Исследование образцов керна под люминесцентным микроскопом (ЛМ) в комплексе с пиролитическими и битуминологическими методами дает полное основание к пересмотру установившихся точек зрения в отношении генезиса нефти и газа и миграционных процессов.

О некоторых особенностях этих видов исследования. Образцы для ЛМ не должны подвергаться шлифовке из-за возможных нарушений в цветовой гамме люминесценции. Для пиролиза образцы выбраны только после исследования под ЛМ. Последнее условие связано с особенностями подбора навески породы (70–100 мг., рис.1). Естественно возникают серьезные трудности исследования, например, керна со сложным характером нефтенасыщения (рис. 2).

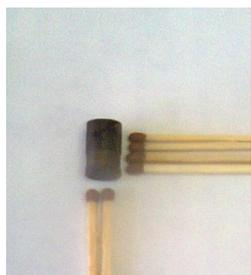


Рис.1. Тигель для Rock-Eval



Рис.2. Оренбургское НГКМ

ЛМ дает возможность не только выявить особенности нефтенасыщения, но и по-новому дает представления об органическом веществе, его формах, взаимоотношениях с литологической матрицей пород и продуктами генерации.

Ниже, для ясности, приведу примеры (рис.3):

1. Люминесцентных характеристик составляющих компонентов нефти:



Рис.3. а-парафиновые УВ; б- ароматические УВ; в- спиртобензольные (красноватый цвет) и бензольные (желтый цвет) смолы

2. Морфологические особенности органического вещества в карбонатных породах (рис.4)

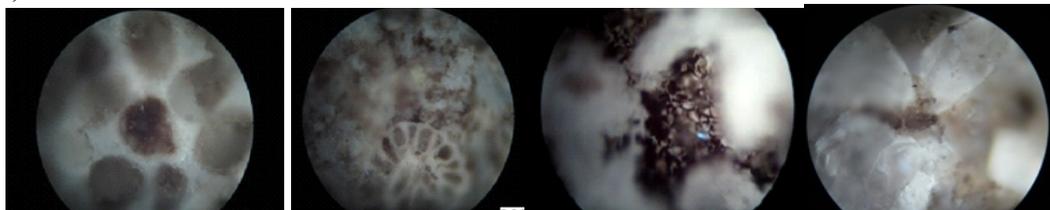


Рис.4. Многообразие форм органического веществ в карбонатных породах

3. Генерация УВ на современном этапе геологического развития (рис.5)

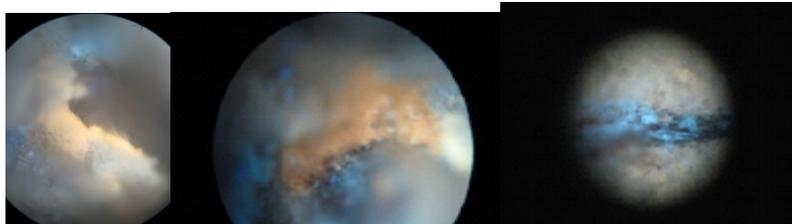


Рис.5. Разложение коллоидного органического вещества на смолистые компоненты и ароматические УВ.

Особо обратим внимание на сохранность генерированных (даже газовых компонентов) в образцах пород, которые проявляют себя только при нарушении сплошности образца (раскол). Пузырьки газа точно приурочены к фрагментам фаунистических остатков (рис.6). Только при расколе образец пахнет УВ, этот факт хорошо известен геологам.

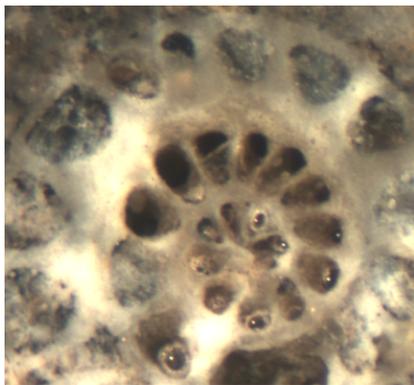


Рис.6. Пузырьки газа в структурных сегментах фауны

Что же касается «жидких» УВ, то на рис.7 показано органическое также приуроченное к структурным фрагментам (рис.8). Однако, при обработке породы хлороформом ОВ исчезло. Если бы образец подвергался стандартной геохимической обработке, был размолот и обработан хлороформом – экстракт приняли бы за хлороформенный битумоид и искали бы причины его появления в образце. Теперь же мы делаем вывод об особых свойствах органического вещества, связанного непосредственно с палеонтологическими остатками.

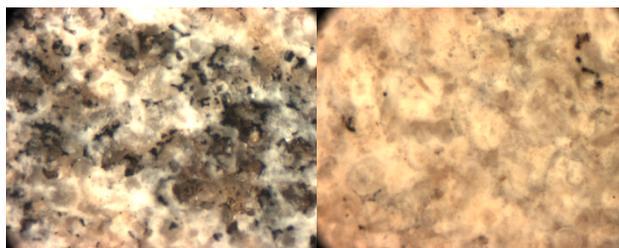


Рис.7. Карбонатная порода с точечными фрагментами ОВ до и после обработки хлороформом

Генерационный потенциал органического вещества карбонатных пород в пределах Оренбургского НГКМ реализован на низких стадиях катагенеза, о чем свидетельствуют исследования цветовых характеристик конодонтов (рис.8) и биомаркеров (по данным ВНИГНИ, в силу сложности вопроса делаем ссылку на [1]).

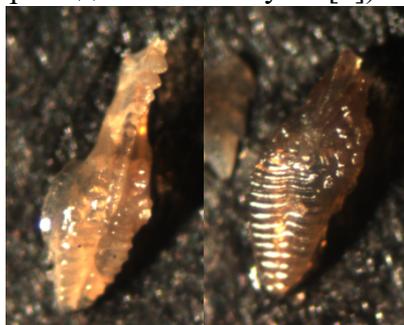


Рис.8. Окраска конодонтов на стадиях катагенеза ПК₃-МК₁₋₂ (глубина 1644 - 1653 м.)

По значениям стерановых параметров зрелость ОВ в пределах данного месторождения соответствует самым верхам «нефтяного окна» (начало МК₁ или даже конец ПК₃), т.е. зрелость аналогична определениям по конодонтам.

Таким образом, приведенные материалы дают основание утверждать, что месторождение сформировано «in situ» на низких стадиях катагенеза и не является результатом миграционных процессов вертикального (из фундамента, например) и латерального (Прикаспийская впадина, Предуральский прогиб) плана.

Впервые подобное утверждение было высказано К.П.Калицким – автором первого учебника по нефти (1922). Наши исследования керогена подтверждают эту закономерность (рис.9).

Поясним, что кероген представляет собой то органическое вещество, которое под влиянием процессов катагенеза превращается в нефть и газ.

Выделение керогена из пород представляет трудоемкий процесс, в результате которого получается углеродистое вещество нерастворимое в органических растворителях (рис.10). Построение графика на рис.9 велось по результатам исследования подобного керогена.

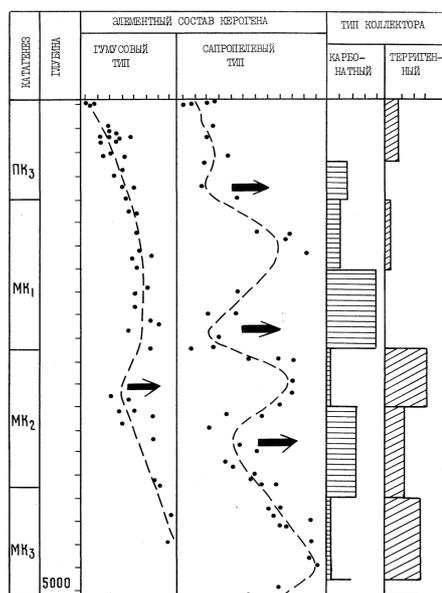


Рис. 9. Характерное изменение элементного состава керогена (углерода), выделенного из пород палеозоя Прикаспийской впадины, импульсов генерации и формирование залежей УВ

Условные обозначения: - зоны импульсов генерации УВ;

формирование залежей в терригенных коллекторах;

- формирование залежей в карбонатных коллекторах

Анализ рис.9 однозначно приводит к выводу о сопряженности зон генерации УВ как в терригенных, так и в карбонатных породах с зонами формирования месторождений, т.е. in situ.



Рис.10. Кероген, выделенный из карбонатных пород

Еще два аргумента в пользу сопряженности зон генерации и зон формирования месторождений нефти и газа: данные Rock-Eval и экзотермические характер генерации УВ.

Если полученные результаты по Rock-Eval корректны и не вызывают сомнений у исследователя, то параметры S_1 , S_2 и ТОС (Сорг.) дают интересную информацию по соотношению этих параметров между собой.

Как утверждает французская идеология, S_1 – это свободные УВ способные сформировать залежь, S_2 – это генерированные УВ отражающие нефтематеринский потенциал, ТОС – органический углерод, (источник УВ), то корреляционный анализ между этими параметрами позволит решить задачу, как это делалось ранее в геохимической практике для системы ХБ↔Сорг., автохтонности или аллохтонности УВ для системы S_1 , S_2 и ТОС.

Ранее, в геохимической практике, решали вопрос о генезисе битумоидов на основе корреляционного анализа в системе, например ХБ↔Сорг. При высоком коэффициенте корреляции битумоид рассматривался как сингенетичный, т.е. рождённый органическим веществом породы.

Обработано более 1000 анализов (для более 40 площадей, для пород различного возраста и литологии). Приведем характерный пример по одной из площадей

Таблица 1. Коэффициенты корреляции

	ТОС(%)	S_1 - (mg/g)	S_2 - (mg/g)	ХБ,%
ТОС(%)		0,8	0,92	0
S_1 - (mg/g)			0,82	0,6
S_2 - (mg/g)				0

Безусловно, настораживают подобные расчеты почти для всех исследуемых выборок. Если это не «фокусы» пиролиза, то вывод один – углеводороды, способные формировать залежь, тесно связаны с органическим веществом вмещающих пород, т.е. залежи в изучаемых литолого-стратиграфических комплексах должны быть сформированы *in situ*.

И последним аргументом в пользу представлений К.П.Калицкого – это установленная закономерность изменения формы геотермической кривой в глубоких скважинах под влиянием генерационных процессов образования углеводородов и формирования залежи (рис.11) [2, 3].

Таким образом, представленный материал, с точки зрения автора, дает серьезный повод к более широкому обсуждению проблемы, внедрению люминесцентной микроскопии в практику научно-исследовательских работ и образовательных программ, критичному отношению использования пиролитических методов при оценке нефтематеринского потенциала пород и разработке новых методов поиска нефти и газа, опираясь на концепцию сопряженности зон генерации углеводородов и зон формирования месторождений.

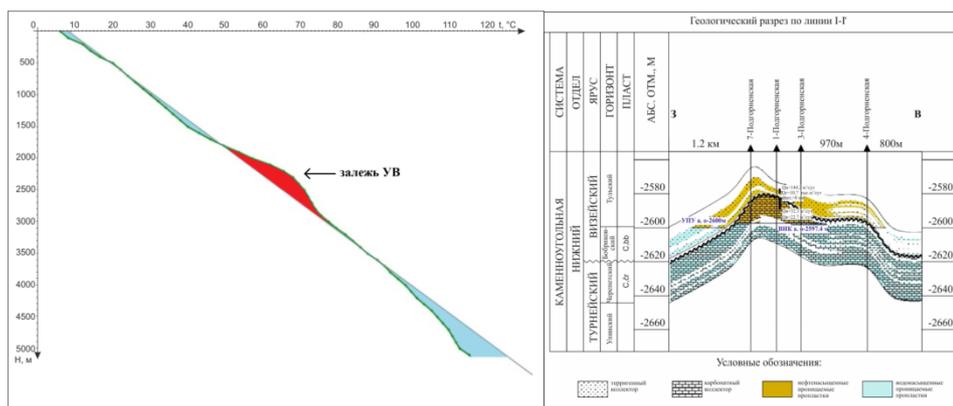


Рис. 11. Отражение Подгорненского месторождения в геотермическом поле (северо-западное обрамление Прикаспийской впадины)

Автор выражает глубокую признательность коллегам, которые помогли получить, обработать, понять и сформулировать принципиальные позиции данной работы: ведущим химикам АО НВНИИГТ Глуховой Е.В., выполнившей пиролитические исследования тысячи образцов на «Литотерм 1000» и nRock-Eval, (с которой во Франции слушали самого Эспиталье) и Федоровой Е.В. за ее «золотые химические руки»; Шелепову Д.А. – старшему преподавателю кафедры петрологии и прикладной геологии геологического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского» за его профессионализм и творческие инициативы; Скибицкой Н.А., к.г.-м.н., зав. лабораторией трудноизвлекаемых запасов углеводородов ИПНГ РАН (г. Москва) за совместный многолетний труд по обработке редчайшего kernового материала по Оренбургскому НГКМ и идеологу матричной нефти; Зотову А.Н.- исполнительному директору, главному геологу ООО «ЛукБелОйл» за совместную работу над изобретениями по газометрической съемке и геотермике и постоянное стремление поддерживать науку.

Список литературы

- 1 Навроцкий О.К., Скибицкая Н.А., Серебрякова И.А. Реализация нефтематеринского потенциала карбонатных пород на современном этапе геологического развития (на примере Оренбургского НГКМ). Петрофизика сложных коллекторов : проблемы и перспективы 2015. Сборник статей/ Сост. Б.Н.Еникеев. – М.: ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2015. – С. 339-345
- 2 Навроцкий О.К., Зинченко И.А., Зотов А.Н. Способ обнаружения нефтяных и газовых залежей. Патент на изобретение 274 31114. Государственный реестр изобретений РФ, 15 02 2021
- 3 Навроцкий О.К., Зинченко И.А., Меркулов О.И., Зотов А.Н., Прочухан К.Ю. Отражение экзотермических реакций образования углеводородов в геотермическом поле Земли // Геология, география и глобальная энергия №1 (80). 2021. С. 38-47.

ЗОНЫ РАЗГРУЗКИ ГИДРОТЕРМ И УГЛЕВОДОРОДЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА)

Рихтер Я.А.

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

Традиционные представления нефтяной геологии о рождении УВ в нефтематеринских свитах и накоплении нефти в осадочных породах - коллекторах, залегающих в сводах атиклиналей или в других локальных структурах ("ловушках", под непроницаемыми экранами- "покрышками") - оказались недостаточными и неудовлетворительными. Они стали приходить в противоречие с вновь открытыми фактами. В последние десятилетия были найдены новые типы залежей (неструктурного типа), новые типы коллекторов (так называемых вторичных), и наконец, были обнаружены скопления и настоящие месторождения нефти и газа там, где их никто не ожидал - среди метаморфических пород и гранитов докембрийских кристаллических щитов Канады и Скандинавии, в гранитах на шельфе Вьетнама, на сверхбольших глубинах осадочного бассейна Мексиканского залива и в других "неподходящих" местах. Эти открытия остаются необъяснимыми с позиций популярной гипотезы органического происхождения нефти и природного газа. Стала очевидной необходимость переосмысления значения всей совокупности фактов и степени их соответствия современному состоянию знаний о земной коре и происходящих в ней процессах. Это потребовало развития новых подходов в исследованиях в научно-методическом отношении, создания новой основы прогноза и поисков УВ. В центре внимания исследователей оказались обнаруженные в ряде нефтеносных районов и провинций зоны гидротермально-измененных пород, сопровождающие на определенном интервале глубин проявления и скопления нефти и битумов. В результате было установлено их значение как индикаторов процессов миграции углеводородов и формирования залежей нефти и природного газа.

Наиболее важными за последние два десятилетия оказались результаты исследований недр Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Установлена закономерная приуроченность многочисленных месторождений к приконтактовой зоне палеозойского фундамента и отложений мезозоя, и сверх того обнаружены существенные проявления углеводородов значительно ниже этого контакта [1]. На многих месторождениях нефти было установлено многоэтажное расположение залежей нефти, их приуроченность к проницаемым зонам повышенной трещиноватости и разуплотнения, открыты и изучены сопровождающие их зоны гидротермально-метасоматического преобразования вмещающих залежи пород, выявлено их парагенетическое значение в процессах миграции и локализации УВ.

Одним из наиболее изученных нефтеносных районов Западно-Сибирской провинции является Красноленинский, расположенный в пределах одноименного свода (рис. 1). Свод выделяется благодаря приподнятому положению палеозойского фундамента, в составе которого широко представлены граниты и гнейсо-граниты. Он осложнен горстами - Ем-Еговским, Каменным, Рогожниковским и др., и грабенами - Пальяновским, Постнокортским и др. Структура месторождения достаточно сложна, но тем не менее само месторождение является единым по общему этажу нефтеносности и наиболее крупной общей залежи пластов ЮК2-3 средней юры.

Промышленная нефтеносность установлена на глубинах от 2300-2400 м до 2500-2650 м, всего в интервале 200 - 250 м, в верхнеюрских (абалакская и баженовская свиты, пласты ЮК2-3), среднеюрских (тюменская свита, пласты ЮК4-9), нижнеюрских

(шеркалинский горизонт, пласты ЮК10, ЮК11) отложениях. Значительная часть запасов нефти содержится в пластах ЮК10, ЮК11, к которым приурочены экранированные залежи «жильного» типа субмеридионального простирания. Основные ресурсы района сосредоточены в юрских отложениях, начиная с базальных слоев толщи, а также в верхней части доюрского фундамента, и заканчивая продуктивным пластом баженовской свиты в кровле юрского комплекса.

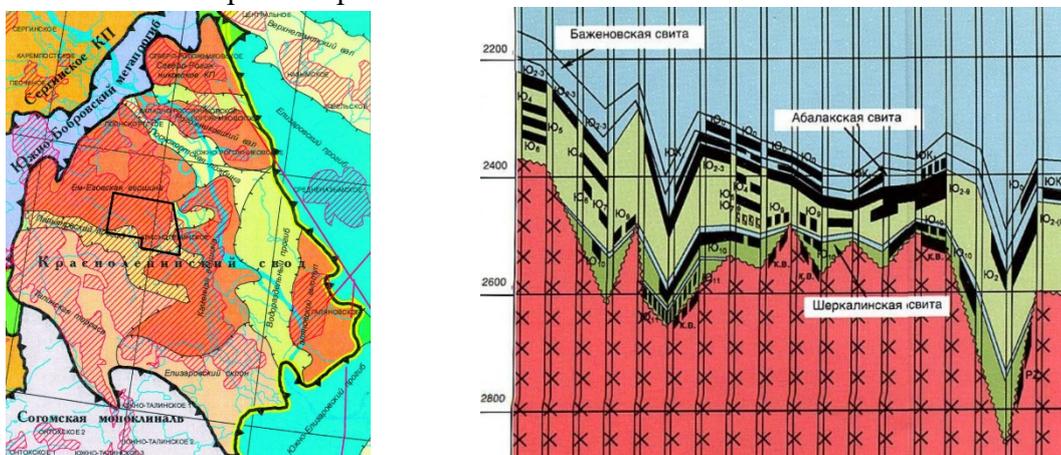


Рис. 1. А. Структурно-тектоническая схема Красноленинского свода (Шпильман и др., 1999). Б. Уровни разгрузки УВ-флюида и формирования залежей нефти в кровле палеозойского фундамента, в базальных слоях (шеркалинская свита) и в кровле юрских отложений (абалакская и баженовская свиты) Красноленинского свода. Слева - глубина в метрах. Месторождения в колонках (слева направо): Яхлинское, Малопотанайское, Западно-Талинское, Онтохское, Красноленинское (площади Южно-Талинская, Талинская, Ем-Еговская, Пальяновская, Айторская, Каменная, Елизаровская, Лебязья, Поттымская, Ингинская, Постнокортская), Галяновское, Рогожниковское и Северо-Рогожниковское (по Атласу "Геология и нефтегазоносность ХМАО", 2004).

В 2014 г. пределах Пальяновской площади геофизиками "Славнефти" были выделены перспективные участки в виде грядообразных приразломных поднятий в рельефе доюрского фундамента. Для изучения природы этих поднятий в центральной части площади были выбраны продуктивные скважины 130, 138, 153, 158, 600, 611, оказавшиеся по результатам интерпретации материалов сейсморазведки 2D и 3D в линейных зонах тектонических нарушений. По материалам изучения керна были проведены исследования геохимических особенностей пород баженовской и абалакской свит [2].

Наиболее эффективным для создания адекватной геологической модели трещинного резервуара баженовского горизонта оказался совместный анализ полей сингулярностей и энергии рассеянных сейсмических волн как в интервале баженовской свиты, так и ниже в интервале отражений в юрских и доюрских образованиях. Для качественной оценки перспективности предполагаемого трещинного коллектора на уровне абалакской и баженовской свит были составлены вертикальный разрез и карта оценки качества коллекторов (рис. 2 А,Б), совмещающая поля энергии рассеянных волн и синергетических сингулярностей отраженных волн в соответствующем интервале разреза. Была высказана идея, что локализация углеводородов в баженовской свите возможна в трещинном резервуаре, который перекрыт флюидоупором и приурочен к флюидопроводящим структурам, контролируемым зонами дезинтеграции доюрских образований фундамента в виде разломных структур [3].

На профиле (рис. 2 А) отчетливо видно, насколько широко и глубоко палеозойский фундамент захвачен процессом деструкции при движении из глубины высокоэнергичного флюида. Нет никакого сомнения, что эта картина вызвана

присутствием и движением мощного теплового и флюидного потока вдоль зон деструкции пород земной коры.

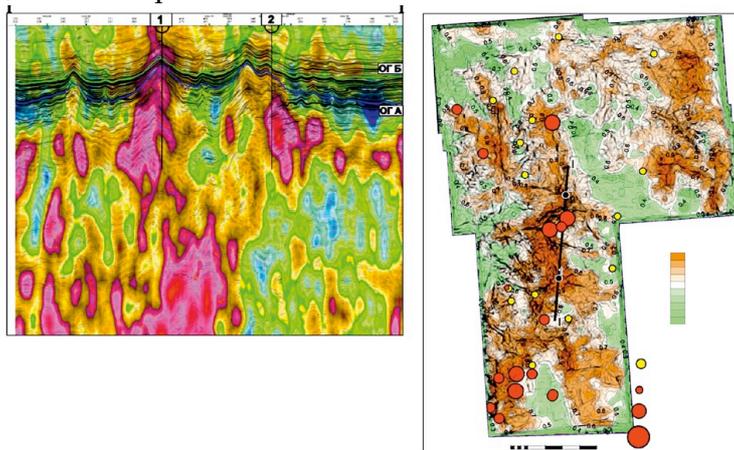


Рис. 2. Выделение перспективных зон трещинного коллектора на уровне баженовско-абалакского горизонта и в доюрском фундаменте Пальяновской площади (по методу поля энергии рассеянных волн, [3]. А – вертикальное сечение I–I по линии проектных скважин 1 и 2. Отражающий горизонт ОГБ соответствует кровле баженовской свиты, ОГА - кровле доюрского фундамента. Теплые тона палитры соответствуют наиболее проницаемым дезинтегрированным объемам доюрского фундамента и юрско-меловых образований; Б – карта комплексной оценки качества коллектора в интервале баженовско-абалакского горизонта.

Это подтверждается данными петрографического изучения гранитов, гнейсов и и других метаморфических пород из фундамента Пальяновской площади [4].

В разрезе баженовской свиты и подстилающей абалакской свиты имеются все признаки гидротермально-метасоматических изменений, максимальная степень которых отмечается полным преобразованием исходных пород в новые, богатые нефтяными УВ и сульфидами метасоматиты - бажениты. При этом устанавливается определенная зональность по вертикали от пород шеркалинской пачки (низов тюменской свиты) или доюрского фундамента, наиболее отчетливо наблюдающаяся для верхних 30-40 метров. Внизу метасоматической колонки выделяется зона силицитов по аргиллитам и алевроаргиллитам верхней части абалакской свиты. Эта зона сменяется переходной зоной битуминозных и пиритизированных каолиновых силицитов низов баженовской свиты. Верхняя часть колонки представлена зоной баженитов, в которой содержание УВ (керогена) и сульфидов достигает своего максимума. Очень показательна картина распределения радиоактивности, рост которой полностью определяется появлением урана, очевидно, сопровождающего поток нефтяных углеводородов. Таким образом, породы баженовской свиты (бажениты) развиты по отложениям тутлеймской свиты как метасоматиты, возникшие при инфильтрации УВ-содержащего гидротермального раствора.

Гидротермально измененные породы - новый тип коллекторов нефтегазовых месторождений. Они формируются в зонах повышенной трещиноватости и проницаемости, приуроченных к тектоническим разломам, в области разгрузки потоков глубинных флюидов, несущих нефтяные углеводороды. На платформах это обычно область перехода от субстрата кристаллического фундамента к рыхлым образованиям базальных отложений осадочного чехла. Это первый уровень, на котором возможна спонтанная разгрузка флюида, испытывающего резкое падение давления и дегазацию за счет удаления мобильных летучих фракций, представленных углеводородами. В результате здесь происходит разуплотнение пород верхней части фундамента, дробление и катаклаз кристаллических пород, в первую очередь гранитов, что влечет их

переработку флюидами и гидротермами. Среда в верхней части фундамента становилась неоднородной и в ней сохранялись блоки, с различными механическими свойствами - от сильно нарушенных и разуплотненных до слабо трещиноватых и почти монолитных. Естественно, что битумы накапливались на пути флюидомиграции в интенсивно деформированных породах - катаклазитах и милонитах гранитов. Таким образом создавались первые самые глубокие трещинно-кавернозные коллекторы нефти "жильного" типа - еще в пределах фундамента осадочных бассейнов. Месторождения, открытые в таких коллекторах, представляются до сих пор необычными и невероятными, хотя их примеров в мире вполне достаточно, чтобы принять всерьез такую возможность. Выше контакта с фундаментом, в базальных грубообломочных отложениях осадочного чехла в результате их выщелачивания и разгрузки флюидов возникают новые кавернозно-трещинные коллекторы гидротермально-метасоматической природы, нередко очень высокого качества (например, коллекторы шеркалинской свиты на Талинском месторождении).

Второй уровень разгрузки гидротермального флюида - области нагнетания УВ-флюидов и насыщения ими пород под мощными экранами высокоплотных пород в разрезе осадочного чехла, играющих роль суперрегиональных флюидоупоров. Здесь создаются условия для роста давления и появляются зоны развития АВПД. Таким флюидоупором в разрезе являются глины и аргиллиты нижнемеловой фроловской свиты, ниже которой в однотипных породах нижней тутлеймской подсвиты толщиной до 25-30 метров была сформирована толща своеобразных битуминозных, с очень высоким содержанием УВ, и сульфидоносных пород - так называемая баженовская свита. Её породы - бажениты являются новым типом гидротермальных метасоматитов, в которых носитель органического вещества - кероген является продуктом насыщения микро- и нанопор, а также микротрещин компонентами УВ-флюида, их конденсации и полимеризации. Гидротермальная деструкция керогена при соответствующих технологических условиях вполне способна привести к выделению из него адсорбированных фракций легких углеводородов. Баженовскую свиту следует рассматривать не только как зону разгрузки поднимающегося потока глубинных флюидов, но и как зону нагнетания и предельного насыщения пород углеводородами под почти непреодолимым флюидоупором. При достижении локальных предельных давлений, достаточных для флюидо- или гидроразрыва пласта, содержащиеся в этой зоне УВ мигрировали вверх по разрезу и создавали скопления нефти в вышележащих горизонтах и пластах с обычными коллекторскими свойствами, как это произошло, например, в кровле викуловской свиты аптского яруса на Краснolenинском своде.

Список литературы

- 1 *Зативалов Н.П., Исаев Г.Д.* Критерии оценки нефтегазоносности палеозойских отложений Западной Сибири // Вестник Томского гос. университета. 2010. С.226-232.
- 2 *Коробов А.Д., Ахлестина Е.Ф., Рухтер Я.А.* и др. Обоснование генезиса коллекторов и прогноз ФЭС по площади отложений баженовской и абалакской свит в пределах Пальяновского лицензионного участка Краснolenинского месторождения на основании лабораторного изучения керна // Отчет НИР. Саратовский гос. ун-т. Саратов. 2016.
- 3 *Харахинов В.В., Шлёнкин С.И., Берин М.В.* и др. Новые подходы к освоению нефтегазового потенциала баженовского горизонта Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2015. № 1. С. 37-51.
- 4 *Рухтер Я.А.* Гидротермальные процессы в породах фундамента Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Изв. Саратовского ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16. Вып. 2. С. 116-126.

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

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРОВ НАПРАВЛЕНИЙ «ГЕОЛОГИЯ» И «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»

Волкова Е.Н., Санникова Е.П., Илюхина Ю.Ю.

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

Проведение постоянно действующего маркетинга геологических специальностей для абитуриентов, востребованных производственными организациями и корпорациями, разрешенными к подготовке в университете, позволяет сделать вывод о необходимости расширения спектра направлений и профилей подготовки специалистов, бакалавров и магистров геологического факультета.

В области геологоразведки основные ожидания связаны со значительным сокращением цикла геолого-разведочных работ без потери качества и значительного увеличения затрат. Важнейшими факторами, влияющими на ожидаемый результат, будут оставаться уровень технологического развития ключевых игроков (нефтяных компаний — заказчиков и сервисных предприятий — исполнителей), а также качественное инженерное и научное сопровождение выполняемых исследований.

Для достижения этих задач необходимо вырабатывать новые и актуальные компетенции, что определяет необходимость подготовки профессионалов нового поколения, обладающих сложным объемом знаний, умений и навыков.

В последнее время ощущается потребность на местном и региональном рынке в труде специалистов, способных разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных решений в профессиональной деятельности; разрабатывать предложения по повышению эффективности разработанных технологических процессов при бурении поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, а также обустройства нефтегазовых месторождений.

Бесценны при приеме на работу цифровые навыки и умения, связанные с использованием средств программного обеспечения, а также способности разрабатывать, внедрять, сопровождать и использовать цифровые технологии в геологии. Потенциал новых цифровых технологий для развития геологоразведки в ближайшем будущем огромен. Тот массив геолого-геофизических данных, который получают при геологоразведке перспективного объекта (новый нефтегазоносный район, отдельная ловушка или просто дополнительный пласт), является базовым для принятия основных решений о будущей добыче нефти и газа. Новые цифровые технологии вполне способны повысить уровень полезного использования этих данных и значительно оптимизировать многие процессы. Еще одна важная задача — оцифровка старых аналитических данных и архивных документов, поскольку до сих пор существует разрыв в передаче знаний от старшего поколения экспертов, которые уходят, молодым специалистам. Основа электронной базы - это создание цифровых карт, т.е. описание карт в виде набора дискретных цифровых замеров (выборок), перевод его в цифровой вид, пригодный для записи на электронные носители.

Информационное моделирование предполагает совместный способ работы по созданию и использованию информационной модели, так называемого цифрового двойника (цифровое представление физических и функциональных характеристик) реального физического объекта на различных стадиях его жизненного цикла. Технологии информационного моделирования предполагают использование насыщенных информацией трехмерных моделей объектов и среду общих данных для эффективного доступа и обмена информацией между всеми участниками проектов.

Технология информационного моделирования нефтегазового комплекса – это комплексный подход к процессу проектирования, строительства, эксплуатации, основанный на создании и внесении данных об объекте в целостную информационную систему, представленную в виде интегральной модели, наполненной всей необходимой информацией и содержащей все ключевые геометрические, параметрические, физические и другие данные.

Нефтегазовые компании всегда будут нуждаться в технических специалистах с многолетним опытом, обладающих компетенциями, связанными с изучением продуктивных пластов и коллекторов. Однако по предположению практиков-аналитиков рынка геологоразведки будет возрастать необходимость интеграции с другими дисциплинами, чтобы ускорить и удешевить создание и применение новых технологий.

Персонал сегодня должен обладать знаниями и навыками не только по узкой специализации, но иметь представления о смежных направлениях.

Экономические знания позволяют снижать риски и осуществлять поиск оптимальных решений при создании технологий и оборудования нефтегазовых предприятий с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. Нефтегазовые компании сегодня стоят перед необходимостью корректировки подхода к геологоразведочному бизнесу в сторону снижения финансирования рискованных проектов без гарантии экономического эффекта. Современное производство, представляя собой сферу предпринимательства с высокими рисками, обеспечивает большую добавленную стоимость. Поскольку всей мировой отрасли необходимо работать с ощутимо более рискованными и сложными проектами, важно уметь снижать эти риски.

Управленческие способности – анализ и участие в разработке организационно-методических и нормативных документов для выполнения организационно-управленческой деятельности нефтегазовых комплексов и других энергетических объектов. Обучающийся должен освоить практические навыки экономической и управленческой деятельности на предприятиях, занимающихся проблемами обустройства и эксплуатации нефтегазовых месторождений; решать задачи повышения эффективности геологоразведки и разработки; технологического развития; оптимизации влияния на общество и окружающую среду.

Недропользователи нуждаются в выпускниках геологических специальностей, обладающих профессиональными качествами, адаптированными к современным техническим, методико-технологическим, экономическим условиям производства. Это определяет необходимость прогрессивного движения образовательного процесса, характеристики которого будут определяться актуальными задачами экономики.

ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ

Головин Б.А.¹, Головин К.Б.², Калининкова М.В.¹

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

²ООО «Нефтегазсервис Саратов»

При проведении геолого-разведочных работ в геологических условиях развития соленосных формаций остро стоит проблема применения научно-обоснованной технологии вскрытия, проходки и исследования этих отложений.

Анализ практических данных, проведенный авторами для Саратовского сегмента бортовой зоны Прикаспийской впадины, показывает, что недоучет особенностей

строения соленосной толщи приводит к тому, что кровля соли оказывалась на 50÷150 м ниже, чем это предусматривалось проектной документацией. Разбуриваемость пород оказывалась хуже, а скорость проходки ниже, чем это свойственно для отложений указанного состава.

Все это вызвало необходимость наиболее полного и точного отражения вскрываемого скважинного разреза в материалах ГТИ и ГИС и выяснения причин несоответствия этих данных проектным моделям.

В настоящей работе на примере Лимано-Ровенского участка бортовой зоны Прикаспийской впадины выполнена попытка корреляции геолого-технологических и промыслово-геофизических характеристик пород кунгура в скв. 1, 6 Грачевских, 14 Северо-Лиманская и 4 Прибрежной. При уточнении состава пород, их особенностей и пространственного распространения использованы результаты исследований Ю.А. Писаренко, С.Б. Файницкого и др.

Указанные авторы, на основе изучения разрезов более 100 скважин с привлечением материалов ГИС и данных исследования керна выделяют в соленосной толще Саратовского сегмента бортовой зоны Прикаспийской впадины семь ритмопачек (снизу-вверх): волгоградская (е), балыклейская (f), луговская (g), погожская (h), антиповская (i), пигаревская (k), долинская (l), и пласт «кровельного ангидрита». Пачки выделены по принципу полноты набора галогенных пород от ангидрита в основании до калийно-магнезиальных в кровле и датируются иренским возрастом. Ниже залегают филипповские отложения, имеющие сульфатно-карбонатный состав.

В пределах пачек по данным ГТИ выделяются реперные пласты, имеющие четкие литолого-геофизические характеристики, позволяющие по скорости бурения определять основные литологические разности соленосной толщи.

Удовлетворительно отмечаются и наиболее мощные пласты ангидритового и доломитового состава. Полигалитовым разностям часто соответствует увеличение глинистой составляющей в шламе, а на кавернограммах – небольшое увеличение диаметра скважины. Бишофитовый пласт характеризуется очень большой каверной.

Подводя итог изложенному, можно сделать следующие выводы:

По изменению скорости бурения в галогенных отложениях кунгура уверенно различаются три основные разности пород (в порядке уменьшения скорости бурения): ангидриты, каменная соль, полигалиты. Последние, кроме того, индицируются по увеличению глинистой составляющей в шламовых смесях. Выдержанность полигалитов по латерали и вертикали позволяет идентифицировать их и применять эти сведения при составлении проектных документов на разбуривание изучаемых галогенных отложений.

Выдержанность по площади «кровельного ангидрита» в геологических условиях Прибортовой зоны дает возможность использовать его для прогноза вскрытия кровли собственно соли. Появление в шламе обломков гипс-ангидритовых пород при подходе к ожидаемой кровле кунгурских отложений является сигналом предстоящего через 80-160 м проходки резкого увеличения скорости бурения, соответствующего вскрытию галитовых пластов. В этом случае необходимо выдавать рекомендации на повышение концентрации солей в буровом растворе с целью предотвращения превышенного кавернообразования и возможных обвалов пород над бишофитовыми пластами.

При геологическом изучении формаций каменной соли с целью создания ПХГ состав задач существенно меняется. Особую значимость здесь приобретают требования к повышению точности и достоверности литологического расчленения вскрываемого скважиной геологического разреза. Предусматривается целенаправленный отбор керна в интервалах заложения выработки подземного резервуара, методы ГИРС, включающие КС, ПС, БК, БКЗ, РК, АК, кавернометрию, резистивиметрию, термометрию, дебитометрию, расходометрию и ГТИ. Последние обеспечивают получение геологической, геофизической и технологической информации в масштабе реального

времени и используются при уточнении интервалов отбора керна, выделения трещиноватости, закарстованности, дробленных интервалов, а также зон тектонических нарушений.

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЕ НОРМАЛИЗОВАННОЙ СКОРОСТИ ПРОХОДКИ

Головин Б.А.¹, Головин К.Б.³, Калининкова М.В.¹, Московский И.Г.²

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

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

³ООО «Нефтегазсервис Саратов»

Одной из составляющих контроля технологических процессов бурения нефтегазовых скважин является анализ изменения нормализованной скорости проходки с целью предварительного литологического расчленения разреза скважины в реальном времени ее углубления, выделения пластов-коллекторов, выявления зон аномально высоких пластовых давлений и для решения других задач [1]. Изменение величины нормализованной скорости проходки может быть обусловлено изменениями величин технологических параметров или литолого-петрофизических свойств. В связи с этим представляется актуальной задача оценки характера изменений нормализованной скорости проходки в зависимости от величины параметров бурения и выявления среди этих параметров наиболее информативных в рамках решения определенной задачи.

На настоящий момент при бурении скважин используются два подхода к выбору информативных параметров [2, 3]. Первый и наиболее часто используемый подход основан на методе экспертных оценок, 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 этих параметров на результаты решения поставленной задачи. Под значимостью 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 информативных параметров, рекомендуемый для практического применения.

Второй подход базируется на методе планирования эксперимента в соответствии с которым определяется совокупность варьируемых факторов, при которых целевая функция принимает экстремальные значения. 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.

Для решения проблемы недостатка методик выбора комплекса информативных параметров, основанных на объективной оценке значимости этих параметров, авторами был разработан новый подход в решении данной задачи [4, 5]. Под значимостью параметров в этом подходе полагается объективная количественная оценка степени чувствительности параметров к изменениям состояния технологических процессов при бурении скважин [4, 5]. Данный подход включает два основных этапа решения задачи

выбора информативных 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 может быть оценена на основе вычислений локальных и средних коэффициентов эластичности.

Для оценки связи характера изменений нормализованной скорости проходки $v(t)$ (в качестве $v(t)$ может быть выбрана, например, d -экспонента) с изменением свойств разбуриваемой породы предлагается использовать следующий подход. Пусть при бурении скважины имеется принципиальная возможность регистрации m параметров $g_i = g_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots, m$), где t – текущее время бурения. К параметрам g_i могут быть отнесены как технологические параметры бурения, так и литолого-петрофизические свойства горных пород.

На начальном этапе необходимо провести предварительный анализ зависимостей $g_1(t)$, $g_2(t)$, ..., $g_m(t)$ по выявлению тех характеристик этих функций, которые наиболее чувствительны к изменению $v(t)$, т.е. выявляются те характеристики параметров g_i , которые обладают наибольшей изменчивостью при изменении нормализованной скорости проходки. Говоря формальным языком, для каждого из параметров g_i ($i = 1, 2, \dots, m$) необходимо выявить функционал $y_i(t) = F_i[g_i(t)]$ который при изменении величины v претерпевает наибольшую изменчивость по сравнению с другими функционалами. Функционал $F_i[g_i(t)]$ может определяться как локальным значением параметра $g_i(t)$, так и совокупным изменением этого параметра на некотором интервале времени, предшествовавшим текущему моменту t . По итогам данного этапа должны быть сформированы m величин $y_1(t)$, $y_2(t)$, ..., $y_m(t)$, которые необходимы для оценки значимости параметров g_1 , g_2 , ..., g_m .

Рассмотрим функции $y_1(v)$, $y_2(v)$, ..., $y_m(v)$, отражающие зависимости параметров g_1 , g_2 , ..., g_m от нормализованной скорости $v(t)$. В виду того, что процесс бурения скважины является сложным многопараметрическим процессом с большим числом неизвестных факторов зависимости $y_1(v)$, $y_2(v)$, ..., $y_m(v)$ не могут быть получены в явном и тем более аналитическом виде. Зависимости $y_1(v)$, $y_2(v)$, ..., $y_m(v)$ могут быть описаны в параметрическом виде:

$$\begin{cases} v = v(t), \\ y_i = y_i(t), \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

где параметр t – текущее время бурения.

Основной этап оценки информативности параметров будет включать вычисление и ранжирование оценок изменчивости функций $y_i(v)$, $i = 1, 2, \dots, m$ к изменениям величины v на основе вычисления локальных и средних коэффициентов эластичности функций $y_i(v)$.

Итогом такого исследования будет ранжирование технологических и литолого-петрофизических параметров по степени их влияния на изменчивость нормализованной скорости проходки, что даст возможность провести классификацию основных закономерностей изменения нормализованной скорости проходки в зависимости от причин, вызвавших эти изменения. Результаты такого анализа по нескольким скважинам послужат материалом для исследования возможностей построения искусственных нейронных сетей, анализирующих параметры бурения скважины в режиме реального времени.

Список литературы

- 1 Лукьянов Э.Е. Геолого-технологические и геофизические исследования в процессе бурения. – Новосибирск: Издательский Дом «Историческое наследие Сибири», 2009. – 752 с.
- 2 Лукьянов Э.Е. Интерпретация данных ГТИ. – Новосибирск: Издательский Дом «Историческое наследие Сибири», 2011. – 944 с.
- 3 Булатов А.И., Демихов В.И., Макаренко П.П. Контроль процессов бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1998. – 345 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.

СТРУКТУРА ЕВРОПЕЙСКО-АФРИКАНСКОГО СКВОЗНОГО ТЕКТОНИЧЕСКОГО ПОЯСА ПО МАТЕРИАЛАМ СПУТНИКОВОЙ ГЕОФИЗИКИ

Огаджанов В.А., Мбomio Бейенг М. М.

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

Сквозные тектонические пояса, в частности разломы, представляют собой протяженные зоны дислокаций, пересекающих геосинклинали и платформы.

Тектонические дислокации сквозных поясов возникают в зоне наиболее интенсивных геодинамических проявлений платформенных территорий; с ними связаны условия формирования полезных ископаемых, зон возникновения очагов землетрясений и специфичных инженерно-геологических условий территорий.

Согласно Н.С. Шатскому [1] сквозной Европейско-Африканский тектонический пояс в области докембрийской Восточно-Европейской платформы вытянут от р. Камы через Среднее и Нижнее Поволжье, эпигерцинскую платформенную область, Кавказ-Анатолийский сегмент альпийской складчатой области и далее в пределы аравийской части Африканской платформы. Позже по материалам наземной геофизики были уточнены физико-геологические характеристики этого пояса [2]. В данной работе для уточнения структуры данного тектонического пояса были привлечены материалы гравиметрических и магнитных съемок по данным спутниковых наблюдений [3,4].

На рисунке 1 показано сравнение данных о положении сквозного Европейско – Африканского тектонического пояса по данным наземных и спутниковой геофизики.

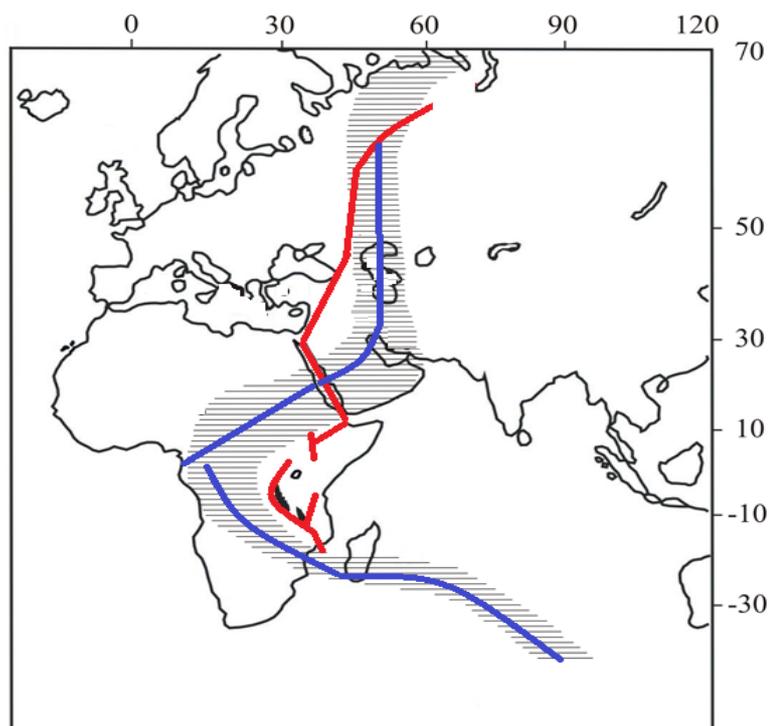


Рис. 1. Сравнение положений Европейско-Африканского тектонического пояса по материалам наземной (красные линии) и спутниковой (синие линии) геофизики.

Штриховкой показано положение локальной составляющей планетарного гравитационного поля.

В северной (Европейской) части сквозного пояса аномалии спутниковых гравитационного и магнитного полей совпадают между собой по положению и простиранию; в региональном плане указанные аномалии соответствуют структурам данного пояса, выделенным по наземным геолого-геофизическим данным. В южной (Африканской) части данного пояса отличия в положениях структур по наземным и спутниковым определениям более существенны. В частности, согласно спутниковым съемкам, существенно большая протяженность линии рассматриваемого пояса в область океанической литосферы дает основание, согласно существующей классификации [5], для его отнесения к категории сверхсквозных.

Список литературы

- 1 Шатский Н.С. О глубоких дислокациях, охватывающих и платформы и складчатые области (Поволжье и Кавказ)// – Изв. АН СССР. Сер. Геология. 1948. №5. С 39-66.
- 2 Огаджанов В.А., Огаджанов А.В. Физико-геологические характеристики платформенной части Европейско-Африканского сквозного тектонического пояса// Геофизика. 2014. №4. С 33-39.
- 3 Абрамова Д.Ю., Абрамова Л.М., Филиппов С.В. Об исследовании тектоносферы с использованием спутниковых данных// Современные проблемы дистанционного исследования Земли из космоса 2013. Т. 10. №1. С. 167-182.
- 4 Bowin C. Global gravity maps and the structure of the Earth.// The utility of Regional gravity and Magnetic Anomaly Maps/ Edit. W.J. Hinze. Soc. of Exploration. Geophysicists/ Oklahoma. 1985. p.p. 88-101.
- 5 Глубинные разломы сквозные. В кн. Геологический словарь. М.: «Недра». 1978. Т. 1.. С 176.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Силаев В.А., Кузьмина Р.И.

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

Нефтяная отрасль – это одно из самых приоритетных направлений экономического развития страны. По добыче и экспорту природных углеводородов Россия является одним из мировых лидеров, чего, к сожалению, нельзя сказать про глубину переработки нефти. Этот факт не позволяет нашей нефтеперерабатывающей продукции стать конкурентноспособной на мировом рынке. А по причине повсеместного создания новых экологических стандартов, а так же ужесточения старых, поднимается проблема увеличения производства моторных топлив соответствующих этим требованиям. Путем переработки нефти можно получить авиационное, автомобильное, дизельное, реактивное, печное и котельное топлива, а также смазочные масла. Глубина переработки нефти является основным показателем уровня развития нефтеперерабатывающей промышленности.

Каталитический риформинг, на данный момент, один из самых важных и массовых процессов нефтепереработки в России, а так же одно из приоритетных направлений развития нефтеперерабатывающей отрасли. Данные процессы позволяют получать товарные высококачественные автомобильные топлива и ароматические углеводороды, преимущественно – бензол, толуол и параксилон, являющихся в свою очередь исходным сырьем для производства пластмасс, синтетических волокон, моющих средств и многих других ценных материалов. Роль нефтепереработки в производстве данных углеводородов возрастает из года в год.

Актуальными задачами дальнейшего развития процесса каталитического риформинга являются повышение селективности и стабильности катализаторов риформинга, адаптация процесса к изменению сырьевого пула, связанного с увеличением доли бензиновых фракций вторичного происхождения, отличающихся более высокой коксогенностью и трудностью риформинирования по сравнению с прямогонным сырьем.

Целью работы является исследование активности катализатора R-98, промотированного празеодимом, в условиях превращения стабильного гидрогенизата (продукта процесса гидроочистки) фракции 100 - 180 °С, а так же изучение влияния параметров активации, эксперимента на направления превращения каталитического риформинга – дегидрирование нафтен, циклизация парафинов в нафтены, дегидроциклизация парафинов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: модифицирование промышленного катализатора R-98 методом нанесения на него редкоземельного металла празеодима, исследование превращения фракции 100 - 180 °С на модифицированном катализаторе, изучение влияния параметров активации и проведения процесса.

В результате конверсии исходного сырья на исследуемом катализаторе получены жидкие продукты сложного многокомпонентного состава с количеством углеродных атомов в цепи от C1 до C15 и газы содержащие в своем составе водород, углеводороды C1 – C5, анализ которых осуществлялся на хроматографах «Кристалл-5000» и «Кристалл-2000» с линейным программированием температуры с 35 °С до 250 °С. Расчет осуществлялся с помощью программы «Хроматэк Аналитик», позволяющей установить детальный состав углеводородных смесей (вес.; об.; моль. %), относительную плотность, фракционный состав и октановое число продукта.

Для качественного и количественного анализа углеводородов использовали два детектора – пламенно-ионизационный (ПИД) и фото-ионизационный (ФИД). Для проведения анализа в качестве газа-носителя использовался газообразный очищенный гелий марки "А" ТУ-51-940-80 чистотой не ниже 99,995%. Содержание кислорода, азота, угарного и углекислого газов в нем не превышает 0,0005 об. % каждого.

Для разделения компонентов выбрана высокоэффективная капиллярная колонка типа Agilent "DB-1" длиной 100 метров, диаметром 0,25 мм, толщиной неподвижной жидкой фазы (полиметилсилоксан) 0,5 мкм. НЖФ является неполярной, так как подобрана в соответствии с природой разделяемых веществ.

После исследования группового состава полученного продукта было зафиксировано высокое содержание ароматических соединений – 31,1 масс. % и содержание бензола – 5 масс.%. В связи с тем, что продукт процесса имеет высокое октановое число, а именно 93 пункта, полученный катализатор можно использовать как целевое автомобильное топливо или его высокооктановую добавку.

Таким образом, исследуемая каталитическая система может быть использована не только в нефтеперерабатывающей промышленности (процессы изомеризации, низкотемпературного риформинга, каталитического крекинга), но и с целью получения индивидуальных ароматических углеводородов (бензол, толуол, и ксилолы), являющихся ценным нефтехимическим сырьем путем варьирования состава сырья, применяемого в процессе.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тимофеев В.В., Тремасова М.С., Баукова Н.Н.

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

По определению общеземная система координат является геоцентрической пространственной системой координат с началом в центре масс Земли (Рис. 1). Ось Z направлена к условному земному полюсу (международному условному началу), как определено рекомендациями Международной службы вращения Земли (IERS), ось X – в точку пересечения плоскости экватора и начального меридиана, установленного IERS и Международным бюро времени (ВН), ось Y дополняет геоцентрическую прямоугольную систему координат до правой. Общеземная система координат вращается вместе с Землей.

В геоцентрической системе координат положение точки в пространстве определяется значениями координат X, Y, Z . В геодезических приложениях для этой же цели используются геодезические координаты B, L, H , относящиеся к общеземному эллипсоиду – эллипсоиду вращения, геометрический центр которого совпадает с центром общеземной системы координат. Ось Z является осью вращения эллипсоида.

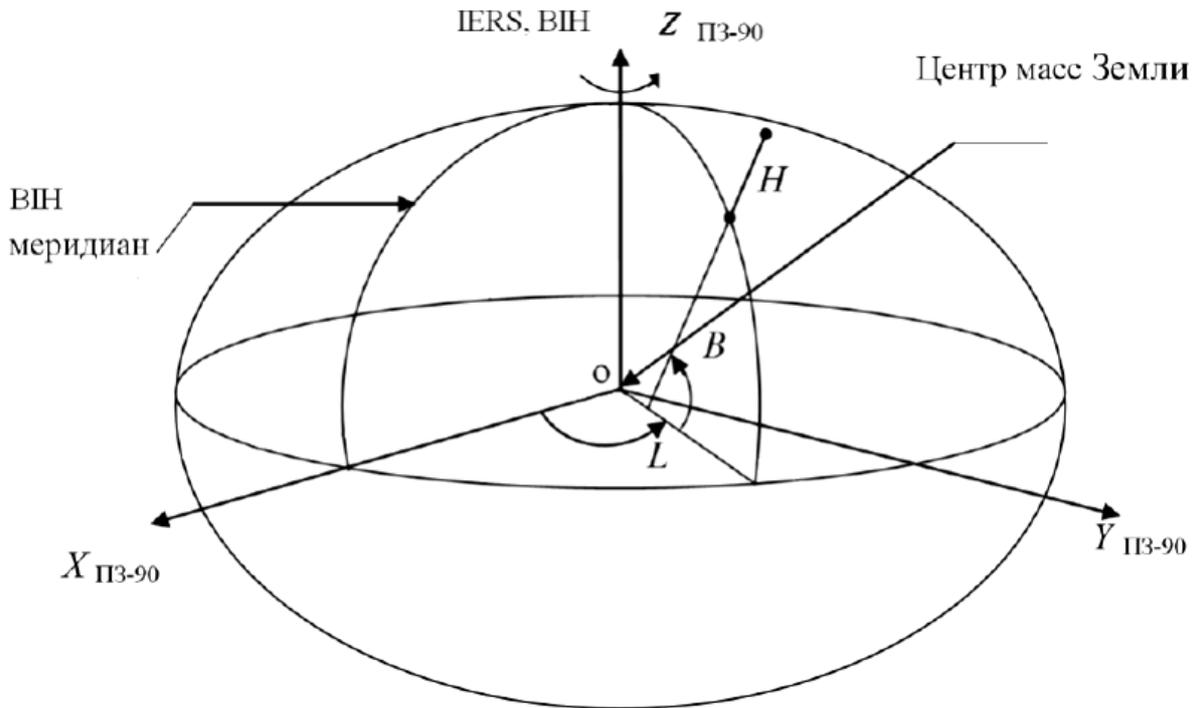


Рис. 1. Общеземная система координат (схема ПЗ-90.11)

Из рисунка следует, что центр эллипсоида совмещён с началом геоцентрической системы координат, то есть центр масс центр эллипсоида, центр эллипсоида и ось вращения земли проходит через одну точку. Данное утверждение правомочно только в том случае, если Земля, с точки зрения воздействия на неё гравитационного поля, находится в инерциальной системе отсчёта. Однако, наличие приливных явлений, наблюдаемых на Земле, свидетельствует, что это не так и данное положение нарушает первый закон Ньютона. Генерируемые Солнцем и Луной приливные явления, или вариации гравитационного поля, можно рассчитать по формуле Лонгмана, или по какой-либо другой аналогичной формуле, влияние других космических тел очень мало и их обычно не учитывают. Наивно полагать, что для гравитационного воздействия существуют какие-либо преграды, и оно вызывает только видимые явление, например морские приливы. Одним из невидимых и неосязаемых, но регистрируемых явлений является смещение центра тяжести Земли. Показания гравиметра весьма зависимы от угла наклона датчика прибора, поэтому он снабжён весьма чувствительным и точным угломером. Вследствие этого, прибор, находясь в режиме измерения дрейфа нулевой линии, фиксирует не только гравиметрические показания, но и часть вспомогательной информации, в том числе и угол наклона датчика.

На диаграмме (рис. 2) представлена часть длительной записи графиков изменения углов наклона датчика прибора и график вариаций гравитационного поля, рассчитанный по формуле Лонгмана. Здесь хорошо видно, что углы наклона прибора хорошо коррелируются как между собой, так и с графиком вариаций гравитационного поля.

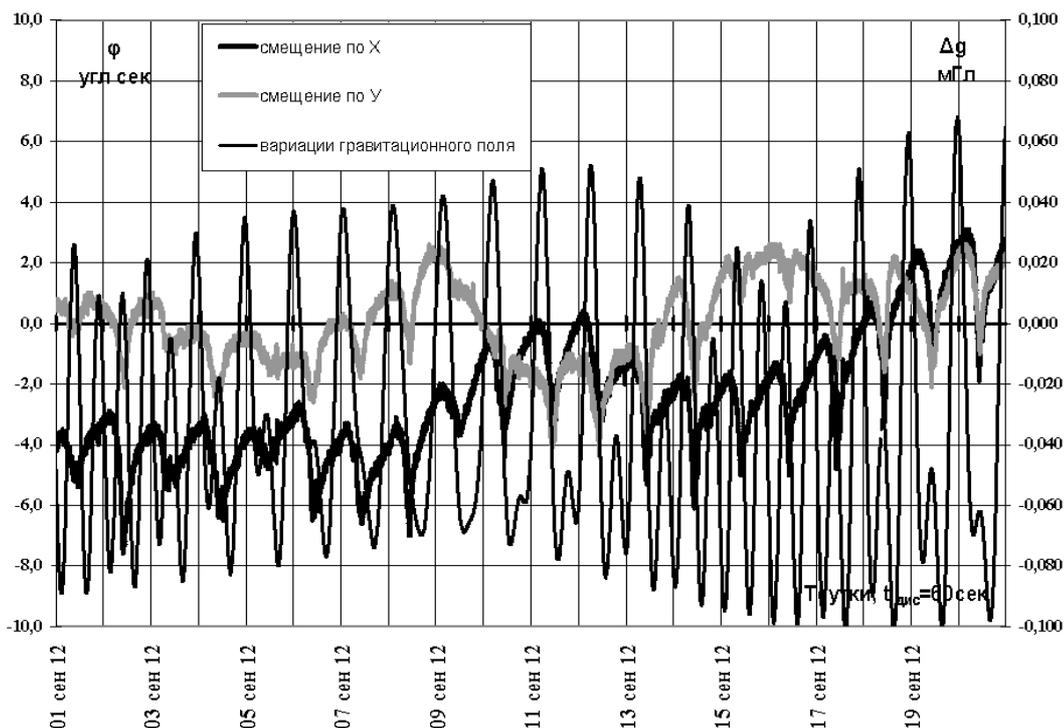


Рис.2. Часть диаграммы изменения углов наклона с наложенными вариациями гравитационного поля

Полностью запись представлена в виде графика смещения углов наклона на рисунке 3. По сути график рисунка 3 является графиком проекции центра масс на экваториальную плоскость выраженный в угловых секундах.

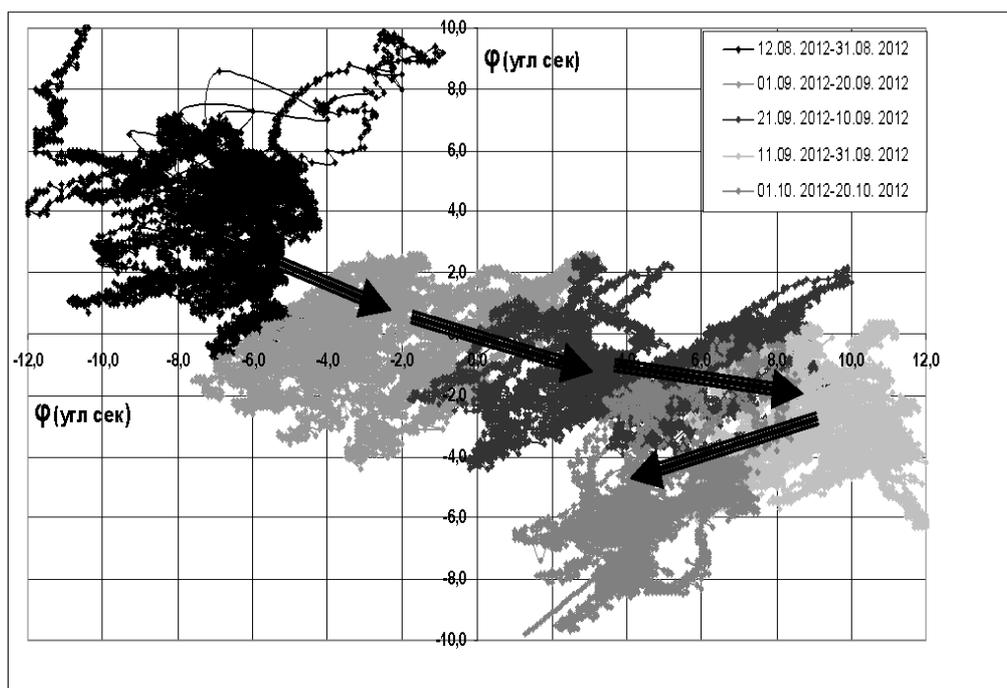


Рис. 3. График проекции центра масс на экваториальную плоскость

Подняв из центра геоида нормаль к поверхности геоида, получаем координату точки. По отвесу нити опускаем до плоскости экватора, попадаем в центр масс, подняв нормаль, получаем приращение по координате (ΔX , ΔY). На выше приведённых графиках (рис. 2, 3) мы видим, что происходит постоянное изменение углов, а так как геодезические приборы ориентируются по уровню не на центр геоида, а на центр масс, то мы в итоге получаем плавающую координату. Однако по определению координата изменяться не может, в результате компенсируя плавание координат приходится манипулировать высотой.

Аналогами геоцентрической системы координат ПЗ-90 служат Всемирная геодезическая система WGS-84 (США) и Международная земная опорная система ITRS, поддерживаемая и регулярно обновляемая Международной службой вращения Земли IERS. Практическим воплощением ITRS является Международная земная опорная сеть ITRF. При установлении систем координат ПЗ-90, WGS-84 и ITRS использовались одни и те же теоретические положения общеземных систем координат. Результаты наших исследований не подвергают критике геодезическую систему, тем более что она вполне удовлетворяет потребности народного хозяйства. Обращаем внимание специалистов на то, что при съёмке высотных наблюдений, выполняемых с помощью спутниковой навигации, возможно появление псевдоизменений высоты.

ВЛИЯНИЕ СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ СТРУКТУРНОЙ ОСНОВЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ЗАЛОЖЕНИИ СКВАЖИН ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Трифорова Н.А., Михеев С.И.

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

При проектировании скважин в пределах перспективных поднятий/структур или уже разрабатываемых месторождений важно учитывать влияние сейсмогеологических рисков, на достоверность структурной основы.

Основой для заложения скважин являются структурные карты по целевым отражающим горизонтам. Данные карты являются результатом сейсмических исследований МОГТ-2Д/ МОГТ-3Д. В данной работе автор рассматривает частный случай, оценивая перечень рисков не подтверждения структурной основы последующим бурением в пределах территории Оренбургской области.

Основными факторами, влияющими достоверность структурной основы, полученной по данным сейсморазведки являются:

- наличие всевозможных приповерхностных помех, снижающих качество съёмки (овражно-балочная сеть, объекты сельскохозяйственной деятельности, объекты городской и сельской инфраструктуры);

- зоны снижения кратности съёмки;

- зоны снижения прослеживаемости отражающих горизонтов и, как следствие, неоднозначность корреляции;

Также следует учитывать влияние различных скоростных аномалий в разрезе, наличие разрывных нарушений, биогермных и рифовых построек.

Для оценки осложняющих факторов строятся карты рисков, на которые наносятся контура всех факторов, влияющих на качество структурной основы.

Помимо этого, ключевым фактором, при оценке качества подготовки структуры, является так называемый структурный фактор (структурный риск). С данной целью оценивают амплитуду структуры в целом (если речь идет о работах ГРП и оценке перспективных поднятий), или оценивается амплитуда структуры в определенной точке, куда планируется заложение бурения (при проектировании эксплуатационных скважин) и сопоставляют ее с величиной погрешности структурных построений (точностью структурных построений). В зависимости от соотношения амплитуды структуры и точность структурных построений делается вывод о вероятности существования структуры. Структурные риски не велики, если рассматривается, например, высокоамплитудное поднятие (≥ 30 м) по отложениям среднего или верхнего карбона, где точность структурных отложений оценивается в среднем в 10-20 м.

На территории Оренбургской области существует еще один важный фактор, влияющий на достоверность структурных построений - это наличие в пермском интервале разреза соленосной толщи. Данная толща характеризуется наличием локальных неоднородностей небольших размеров как по вертикали, так и по латерали, искажающих геометрию осей синфазности нижележащих отражений. Выделенные и прокореллированные отражающие горизонты, сопоставляемые с кровлей и подошвой солей, позволяют выявить распределение данных локальных аномалий на участке работ. На карте интервальных времен, рассчитанной между данными отражениями, можно выделить локализованные зоны сокращенных временных толщин, которые обусловлены изменением литологического состава солей с галогенного на преимущественно сульфатный, что влечет за собой изменение скоростных характеристик разреза.

Ввиду того, что в локальных сокращенных участках соленосной толщи резко увеличивается скорость прохождения сейсмических волн, по нижележащим отражениям могут образовываться ложные поднятия либо значительно завышаться амплитуда имеющихся поднятий. На таких участках при бурении скважина может вскрыть целевые горизонты ниже проектных отметок. Соответственно на участках «раздува» толщи солей скорость уменьшается и амплитуда поднятия по нижележащим горизонтам может быть занижена. В результате, при бурении возможен риск вскрытия целевых горизонтов выше проектных значений.

Таким образом, карта изменений временных толщин соленосной толщи является качественной характеристикой наличия скоростных аномалий и привлекается к обоснованию заложения скважин как поискового, так и эксплуатационного бурения [1, 2].

Учет всех вышеперечисленных факторов и составление сводной карты рисков позволяет повысить подтверждаемость структурной основы последующим бурением.

Список литературы

1 Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области. Выпуск 1. Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1998.

2 *Пантелеев, А.С.* Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. / *А.С. Пантелеев, Н.Ф. Козлов, В.С. Дубинин* и др. Оренбург: Оренбургское книжное издательство. 1997.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ И СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

Чирков В.Ю.

ООО «СНГС-Гео»

Проблема контроля стабильности и степени очистки ствола имеет большое значение для обеспечения безопасности проводки скважин, особенно в сложных геолого-технологических условиях. В связи с этим актуальной задачей является раннее обнаружение осложнения и выявление причин их возникновения с целью предотвращения аналогичных ситуаций в дальнейшем.

Одним из ключевых инструментов контроля стабильности и степени очистки ствола скважины является контроль объема выбуренной породы на выходе скважины. В настоящее время на большинстве скважин данный параметр фактически не контролируется, в отдельных случаях осуществляется ручное взвешивание шлама через заданные интервалы, что позволяет получать приближенные количественные данные, однако данный метод имеет очень высокую трудоемкость и не обеспечивает оперативности получения данных. На наиболее ответственных скважинах для автоматического количественного определения объема выбуренной породы применяются шламовзвешивающие машины, устанавливаемые перед каждым из вибросит. Однако, данное оборудование является громоздким, сложным в обслуживании и достаточно дорогостоящим, в связи с чем не нашло широкого распространения.

Для решения данной проблемы специалистами ООО «СНГС-Гео» была разработана технология интеллектуального видео мониторинга объема выбуренной породы. В рамках предложенной технологии перед каждым из вибросит устанавливается видеочамера высокого разрешения, изображение с которой обрабатывается специальной программой с использованием технологий машинного зрения. По результатам обработки строятся кривые объема выхода шлама с каждого вибросита в единицу времени и суммарного объема шлама выходящего из скважины.

Разработанная технология имеет значительные преимущества, обусловленные, в первую очередь, простотой и компактностью применяемого оборудования:

- проведение работ возможно на большинстве применяемых буровых установок без необходимости изменения их конструкции;
- отсутствуют логистические сложности по доставке крупногабаритного оборудования, что особенно актуально для удаленных объектов в труднодоступных районах;
- обслуживание системы на месте выполнения работ может проводиться персоналом партии ГТИ без привлечения дополнительных специалистов.

В рамках опытно-промышленной эксплуатации система интеллектуального видео мониторинга объема выбуренной породы была опробована более чем на 10 объектах различных заказчиков, в соответствии с отзывами которых по информативности результатов разработанная система сопоставима с применением шламовзвешивающих машин и более эффективна по сравнению с ручным взвешиванием. Например, на одном из объектов, где система использовалась параллельно с ручным взвешиванием, при общем плановом объеме шлама по секции 402 м³ объем по данным системы интеллектуального видео мониторинга составил 412 м³ а по данным ручного взвешивания – 389 м³. Приведенные результаты хорошо согласуются между собой, а полученная точность обеспечивает решение большинства поставленных задач.

Получение количественных данных об объеме выхода шлама из скважины в реальном времени позволяет осуществлять их комплексную интерпретацию вместе с технологическими параметрами бурения, данными гидравлических расчетов и

результатам лабораторных исследований шлама. На основании анализа этих данных можно сделать выводы о локализации осложнения в стволе скважины, причинах их возникновения и необходимых изменениях технологических параметров бурения для их предотвращения в дальнейшем.

Таким образом, представленная в данной статье технология значительно расширяет объем информации при строительстве скважины и имеет перспективы широкого применения.

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА РАСТВОРИМОСТЬ ФОСФОГИПСА

Шигаев В.Ю.

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

«Самым трудным, но и самым главным для ученого является необходимость быть предельно строгим и беспристрастным критиком и судьей своих гипотез, своих опытов, своих обобщений».

(Академик Н.Н. Семенов, нобелевский лауреат).

В работе [1] приводится анализ возможного использования фосфогипса в дорожном строительстве, как способа утилизации этого отхода промышленного производства и снижения его негативного влияния на окружающую среду. Отмечается высокая скорость растворения исследуемых образцов в воде с различной исходной минерализацией и их разрушение. Делается вывод о преждевременности применения рассматриваемого техногенного сырья при обустройстве дорожного полотна без дополнительных исследований

В качестве одного из вариантов изучения физико-химических характеристик фосфогипса, проводимого для оценки его растворимости в дистиллированной воде и возможного последующего экологически безопасного использования в народном хозяйстве, автором предлагается электрообработка постоянным электрическим током. Эксперименты проводились по ранее опубликованной методике и являются продолжением предыдущих наблюдений [2, 3, и др.]. Объектом изучения послужили образцы фосфогипса, отобранные из отвалов химкомбината БФ АО «Апатит» (запасы около 3 млн. т.).

Для примера рассмотрим результаты в исходных образцах (до электрообработки), в сравнении с материалами, полученными на катоде геоэлектрохимических устройств (затраченное количество электричества 10 А·ч). Мерой растворимости анализируемого материала является изменение его минерализации в водной вытяжке.

Установлено, что минерализация исходного образца практически не изменяется на протяжении всего эксперимента и составляет порядка 230 мг/дм³ (рис. 1). Связано это с быстрым растворением легкорастворимых солей, входящих в состав фосфогипса [3]. Растворение образца, обработанного постоянным током, происходит иначе, в нем фиксируется рост минерализации со временем. Начальное значение минерализации,

зафиксированное в течение 1 мин растворения фосфогипса, составляет 1085 мг/дм³ и за 20 мин интенсивно нарастает до 1420 мг/дм³, достигая максимума 1510 мг/дм³ за 40 мин (рис. 2).

Рост растворимости образцов после электрообработки связан, по-видимому, с фазовыми обратимыми переходами гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в метастабильную фазу – растворимый ангидрит ($\gamma\text{-CaSO}_4$), которые происходят из-за изменения температуры в исследуемой среде при прохождении электрического тока [4]. Способствует росту также процесс восстановления ионов водорода на катоде, повышающий концентрацию многих малорастворимых соединений [5].

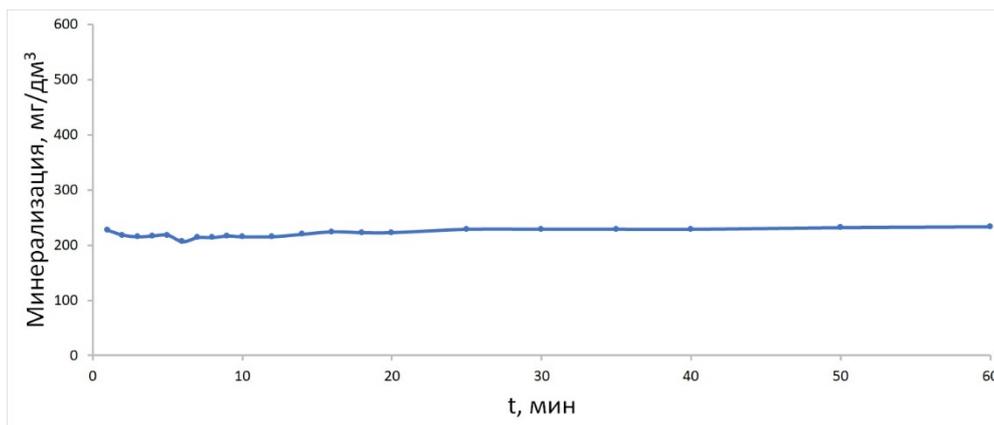


Рисунок 1. Изменение минерализации водной вытяжки исходного образца.

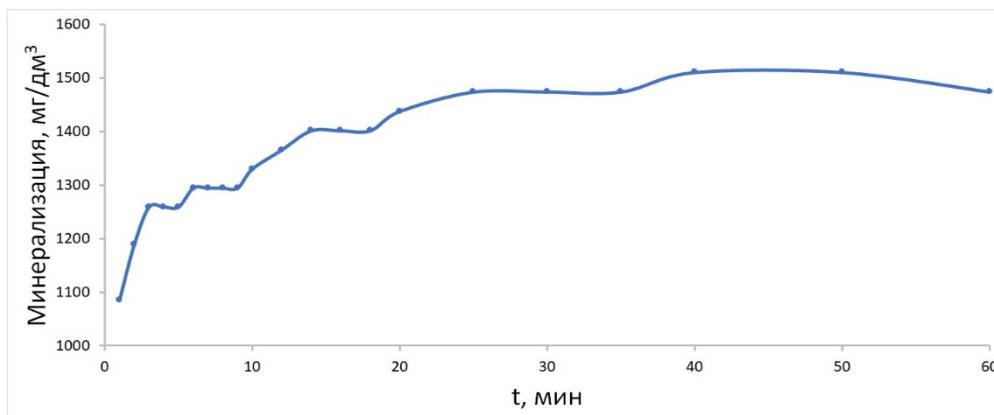


Рис. 2. Изменение минерализации водной вытяжки обработанного образца

Под воздействием постоянного электрического тока, в образцах вслед за изменением фазового и минералогического состава [2, 3, и др.] происходит изменение характера их растворимости в дистиллированной воде, что наиболее интенсивно проявляется в прикатодных участках геоэлектрохимического устройства. Полученные результаты не позволяют на сегодняшний день считать электрообработку постоянным током действенным инструментом снижения растворимости фосфогипса в водной среде. Требуется проведение дополнительных исследований, направленных на уменьшение миграционной способности в водоносные горизонты экологически не безопасных компонентов данного отхода.

Список литературы

- 1 Солдаткин С.И., Хохлов А.Е. Проблемы использования фосфогипса в дорожном строительстве // Недра Поволжья и Прикаспия. 2019. № 97. С. 58-61.
- 2 Шигаев В.Ю., Шелепов Д.А., Меренов И.А. Изменение порового пространства

отходов переработки фосфорсодержащего сырья в фосфорную кислоту при их электрообработке // Недропользование XXI век. 2019. № 2. С. 154-159. Доступно по адресу: http://naen.ru/journal_nedropolzovanie_xxi/arkhiv-zhurnala/2019/2_90_let_geologicheskikh_robod/. Дата обращения 11.11.2021.

3 Шигаев В.Ю., Шелепов Д.А., Хохлов А.Е., Меренов И.А. Исследование электрокинетических и электрохимических явлений в фосфогипсе при решении геоэкологических задач // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2021. № 2. С. 75–85.

4 Дир У.А. Породообразующие минералы : справочник. В 5 т. Т. 1. / У.А. Дир, Р.А. Хауи, Дж. Зусман, – М.: Мир. 1965. - 408 с.

5 Прикладная электрохимия / Р.И. Агладзе, Н.Т. Гофман, Н.Т. Кудрявцев, Л.Л. Кузьмин, А.П. Томилов; под ред. Н.Т. Кудрявцева. – М.: «Химия». 1975. - 552 с.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ПРИ ПОИСКАХ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Шишкина О.Ю.

Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

На примере участка Южный Терекли рассмотрен опыт практического применения геофизического исследования скважин при поисках рудных полезных ископаемых.

Участок Южный Терекли (Алмалыкский рудный район) расположен на правом борту Кырккыз сая выше слияния его с руслом р.Абджаз. Охватывает южную часть известного рудопроявления Терекли, выделенного Вокалом В.И. и др. в период работ 2001-2005гг. В тот период работы проводились преимущественно в северной его части. Было выявлено одноименное рудопроявление.

Участок расположен в пределах Абджазской субмеридиональной структуры, характеризующейся серией субпараллельных кулисообразных тектонических нарушений. С юга структура ограничивается интрузивными образованиями, так называемой мобильной зоной, на север прослеживается на правобережье р.Ангрен. Мощность составляет в пределах 0,7-1,1 км.

На участке выполнено бурение колонковых скважин и проведены геофизические исследования скважин.

Горно-буровые работы на участке проводились в пределах установленных геофизических и геохимических аномальных областей. Пробурено 11 скважин, глубиной от 120,0 до 338,0 м (рис.1). В скважинах вскрыты преимущественно метасоматически измененные вулканы чашлинского комплекса покровных и секущих фаций андезитового – андезидацитового состава. Мощность средней пачки покровной фации по скважинам АС-28, АС-31, АС-32 составляет от 43,0 до 78,0 м. Породы имеют средне-грубообломочное строение, подвержены процессам вторичных изменений и выщелачивания, карбонатизированы, каолинизированы с развитием гидрослюд и хлоритизации (частично). По результатам опробования содержания золота не превышают фоновых значений.

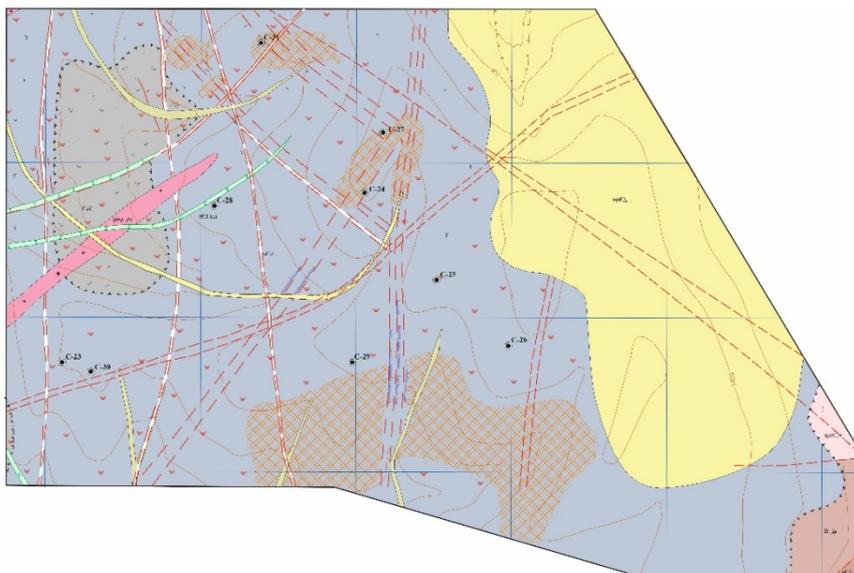


Рис.1. Схема расположения колонковых скважин участка Южный Терекли

Во всех пробуренных скважинах ГУП «Регионалгеология» геофизические исследования проводились с целью:

- литолого-петрофизического расчленения пород разрезов скважин;
- выделения в разрезах скважин кварцевых жил и зон окварцевания;
- массовых поисков радиоактивных руд;
- определения положения ствола скважины в пространстве.

Для решения поставленных задач применялся следующий комплекс методов геофизических исследований в скважине:

- гамма-каротаж (ГК);
- метод кажущихся сопротивлений (КС);
- инклинометрия (Инк).

Расчленение пород, вскрытых скважинами, проводилось по данным каротажа с учетом опыта предыдущих работ и геологической документации скважин. В результате сопоставления материалов каротажа с геологической документацией керна определены диапазоны изменения естественной радиоактивности пород и их электрические сопротивления, а также уточнены глубины и мощности зон окварцеваний, известняков по оси скважины и их мощности. В результате анализа материалов каротажа установлены естественная гамма-активность и электрическое сопротивление наиболее распространенных пород. Полученные данные приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы естественная гамма-активность четвертичных отложений изменяется от 5 до 24мкР/ч. Повышенная радиоактивность отложений (15-24мкР/ч) обусловлена вероятно преобладанием в них глинистых отложений с обломками метасоматитов.

Естественная радиоактивность пород, слагающих разрезы скважин, изменяется в широком диапазоне от 1 до 47-50мкР/ч и иногда до 80мкР/ч.

По величине гамма-активности эти породы можно подразделить на три группы:

1. известняки, кварцевые жилы, базальтоиды, андезибазальты (1-15мкР/ч);
2. андезиты, гранодиориты (16-21мкР/ч);
3. фельзиты, гранодиорит-порфир, риолит-порфир, андезито-дациты, трахиандезиты и метавулканыты (21-35-50мкР/ч).

Таблица 1 Естественная радиоактивность и электрическое сопротивление пород, вскрытых скважинами

Наименование пород	Гамма-активность, мкР/ч		Кажущееся удельное сопротивление, Ом м
	от - до	часто встреч.	от-до
Четвертичные отложения: - суглинки, глины местами с примесью песка с обломками метасоматитов - глины - песчано-глинистые отложения	8-14-24 14-16 5-15	11-13 - -	
Известняки	1-14	4-8	50-300
Кварц	3	-	50
Базальтоиды	2,5-11-16		290-450
Андезиты	13-19-28	16-19	50-150-15000
Брекчия по андезитах	12-24		
Гранодиориты (скв-3,4,6,7)	15-33	19-21	30-50-3500
Фельзиты (скв10)	32-50	36-40	-
Гранит порфир	21-28-42	-	50-4000
Риолит порфир (скв-7,8,10,11,21)	22-36-46	25-28	80-250-30000
Трахиандезиты	23-35	27-30	100-400-900
Андезито-дациты	30-32	-	
Метасоматит по вулканитам	10-21-47-60		35-150-8000
Метасоматит кварц-карбонат-каолин-серицитовые	4-22-38		

Однако уверенно и однозначно подразделить породы в пределах каждой группы не представляется возможным, т. к. изменения их гамма-активностей лежат в одном диапазоне, что сильно затрудняет геологическую интерпретацию результатов ГК в каждой группе. Кроме того, установлено, что изменения значений радиоактивности для одних и тех же пород обусловлено различной степенью и типом вторичных изменений. Так, серицитизация, калишпатизация, каолинизация повышают радиоактивность пород, а окварцевание, хлоритизация, карбонатизация, кальцитизация понижают ее. Поэтому, в ряде случаев, породы характеризуются близкими или перекрывающимися значениями естественной радиоактивности, что затрудняет или делает невозможной дифференциацию конкретных пород в каждой группе по данным ГК. В этих случаях расчленение пород проводилось с учетом геологической документации скважины.

Судя по величине гамма-активности магматических пород, вскрытых скважинами, и конфигурации диаграмм ГК преобладают породы, в основном, средне-кислого, кислого состава, неравномерно измененные, иногда прокварцованные. Высокие значения гамма-активности наблюдаются у метасоматически измененных вулканитов и у измененных риолит – порфиров. Следует отметить, что по данным Вокала В.И., 2005г. именно в этих породах отмечаются повышенные содержания золота.

Уверенно по данным каротажа отмечаются четвертичные отложения, которые всегда занимают одну и ту же геологическую позицию. Гамма-активность четвертичных отложений изменяется от 5 до 24 мкР/час. Повышенная гамма-активность этих отложений может быть обусловлена лессовидными суглинками, глинами с обломками метасоматитов или наличием органических веществ.

Уверенно и однозначно относительно высокими значениями естественного гамма-излучения в метасоматитах четко отмечаются прожилки с графитом. Также уверенно низкой гамма-активностью отмечаются кварцевые, кальцитовые, карбонатные прожилки в магматических породах. Четко отмечаются низкими значениями электрического сопротивления зоны дробления и зоны метасоматических пород.

Основная задача, стоящая перед каротажом на участке Южный Терекли - это выделение кварцевых, кварц-кальцитовых жил, прожилков и зон интенсивного окварцевания. Поставленная задача решалась с помощью метода гамма-каротажа (ГК) и метода кажущихся сопротивлений (КС). Особенно перспективны кварцевые прожилки, зоны интенсивного окварцевания, которые по данным каротажа характеризуются низкими или пониженными значениями естественной радиоактивности относительно вмещающих пород. Степень окварцевания по данным ГК характеризуется «коэффициентом окварцевания» и выражается формулой

$$K_{ок} = (I_{\phi} - I_a) / I_{\phi} \times 100 \%$$

где I_{ϕ} – интенсивность гамма-излучения вмещающих пород,

I_a – интенсивность гамма-излучения кварцевых жил и зон окварцевания.

$K_{ок} = 25-45\%$ – интенсивно окварцованные породы.

$K_{ок} > 45\%$ – кварцевая жила.

Пример литологического расчленения пород приведен на рис.2, по скважине №20, интервал 4-58м. В этой скважине выполнены методы ГК и Инклинометрия. Из рисунка видно, что породы разреза скважины четко дифференцируются по величине гамма-излучения и уточняют данные бурения.

В верхней части разреза скважины, интервал 0-11,1м, отмечаются четвертичные отложения, гамма-активность которых изменяется от 6 до 19 мкР/ч, что соответствует суглинкам и глинам с обломками метасоматитов. Судя по величине гамма-активности и конфигурации диаграммы ГК, в интервале 11,1-27,6м метасоматиты по вулканитам андезитового состава. Контакт с нижележащими известняками четкий. Маломощные отрицательные аномалии на диаграмме ГК обусловлены, вероятно, кварцевыми прожилками. В интервале 27,6–49,4м минимальными значениями гамма-излучения ($J=0,5-9$ мкР/ч) однозначно выделяются известняки. В этих известняках в интервалах 31,7-32,8м; 37,0-38,2м четко выделяются вероятно апофизы андезитов. В интервале 49,4-58,0м, согласно геологической документации, сильно измененные, окварцованные метасоматизированные вулканиты, которые по данным ГК характеризуются гамма-активностью $J_{\text{ср}}=12$ мкР/ч (от 7 до 18 мкР/ч).

Инклинометрические измерения (Инк) во всех скважинах были выполнены в точках через 10м. По данным инклинометрических замеров скважины вертикальны. Результаты этих измерений использовались при построении геологических разрезов и для определения положения ствола скважины в пространстве (азимутальный и зенитный углы отклонения ствола скважины).

Выводы:

Исходя из выше изложенного можно сделать вывод, что данные методов - ГК, КС, Инк позволили выделить кварцевые жилы, зоны окварцевания, уточнять мощности и глубины их залегания, выделять зоны дробления, сопровождающие тектонические нарушения, и определить положение ствола скважины в пространстве.

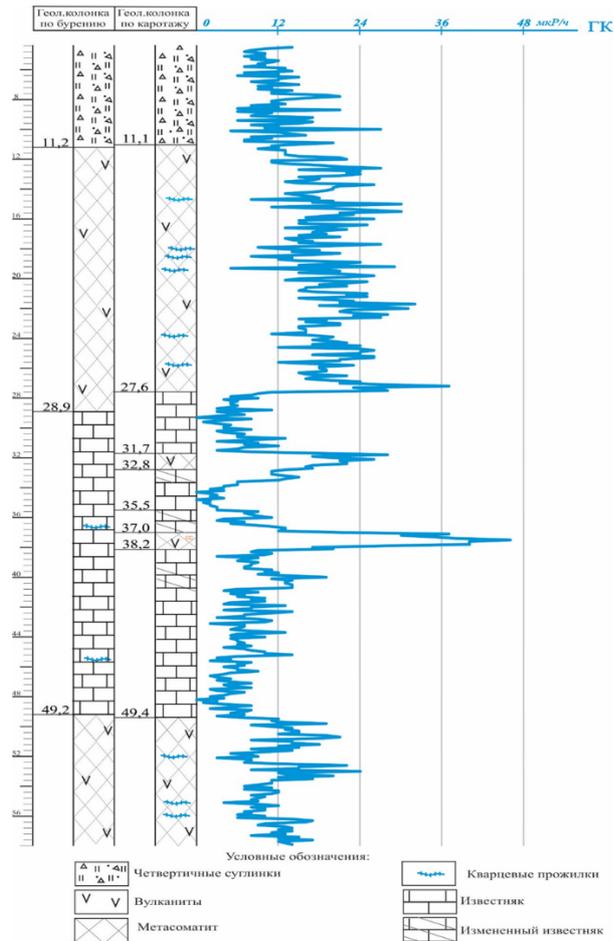


Рис. 2. Пример интерпретации результатов ГИС.
Скважина № 20, участок Южный Терекли

Результаты геофизических исследований скважин в сочетании с описанием керна повышают достоверность геологической документации скважин, исключают пропуск рудных интервалов и позволяют использовать данные ГИС для увязки и построения геологических разрезов.

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

ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫСАЛИВАНИЯ НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ СТАДИЯХ ГАЛОГЕНЕЗА (НА ПРИМЕРЕ ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ)

Гончаренко О.П., Лашина И.Л.

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

Гремячинское месторождение калийных солей расположено в пределах Сафроновского участка Приволжской моноклинали и представляет тупиковый участок Прикаспийского солеродного бассейна. Галогенная толща в районе месторождения представлена породами погожской, антиповской, пигаревской, долинной и ерусланской ритмопачек. Сильвинитовый «продуктивный» горизонт месторождения связан с погожской ритмопачкой. В скважинах, пробуренных в 2010 году на восточном фланге месторождения была вскрыта самая нижняя луговская ритмопачка с 30-40 метровым горизонтом карналлитов и карналлит-галитовых пород. На этих же участках, а также в некоторых скважинах основной части месторождения карналлитовые, карналлит-галитовые, карналлит-сильвиновые и карналлит-бишофитовые породы установлены в долинной ритмопачке. Сильвинитовый горизонт основной части месторождения в восточном направлении выклинивается.

Выполненное нами детальное описание калийно-магниевых пород в разрезах луговской, погожской и долинной ритмопачек показало на большую роль процессов высаливания, связанных с периодическим поступлением в бассейн с концентрированной рапой менее стуженных вод. Явление высаливания хлористого натрия при смешении концентрированной рапы солеродного бассейна, находящейся на стадии садки калийных солей с менее плотными растворами, насыщенными этим компонентом описано О.Б. Раупом (Рауп, 1973), а детальное описание образующегося при этом галита высаливания выполнено В.М. Ковалевичем (Ковалевич, 1978). Исследования галогенных отложений Прикаспия позволили привязать формирования горизонтов галита высаливания к определенным интервалам галогенного разреза и показать возможность использования их в генетических интерпретациях хода галогенного процесса (Жеребцова и др., 1986, Московский, Гончаренко, 1989, 2004).

В то же время в опубликованной литературе не встречается работ, в которых обстоятельно рассматривалось бы суммарное влияние этого процесса на ход галогенной седиментации. Между тем, детальное изучение галогенных отложений на восточном фланге Гремячинского месторождения калийных солей, показало чрезвычайно большую роль горизонтов галита высаливания в «продуктивных» калийно-магниевых интервалах), который образует толстые корки и значительные скопления произвольно ориентированных кристаллов галитов высаливания. Кристаллы имеют, как правило, идиоморфные очертания, а часто центрами для их кристаллизации являлись скопления кристаллов ангидрита, также являющиеся, видимо, результатом высаливания сульфата кальция.

В то же время в интервалах развития карналлита (со значительной ролью галита высаливания) встречаются разности пород карналлит-сильвинового состава с идиоморфными кристаллами молочно-белого сильвина.

Исследования состава реликтов рапы солеродного бассейна (во включениях в галите и сильвине) показали, что в составе рапы из которой кристаллизовался карналлит количество ионов калия и магния составляло соответственно 20-25 и 95-100 г/л (Московский, Гончаренко, 1989, 2004, Гончаренко, 2006). В то же время рапа, относительно пониженной концентрации из-за чрезвычайно большой удаленности от входного пролива солеродного бассейна сгущалась до концентраций 18-20 г/л калия и

40-45 г/л магния на начало формирования галитового горизонта погожской ритмопачки. Примерно такие же концентрации этих компонентов можно предполагать и для других временных интервалов формирования галогенных пород из-за тупикового характера данного участка солеродного бассейна. Это подтверждается и данными по изучению рапы включений: уже на середине галитовой стадии антиповского и долинного цикла (Московский и др., 2003). Высаливание хлористого натрия из рапы пониженной концентрации приводило к существенному нарушению соотношений компонентов в ней и роль ионов калия возрастала. При постепенном смешении растворов вблизи верхней поверхности акватории суббассейна за счёт появившегося избытка ионов калия могло начаться высаливание хлористого калия, так как его количество на карналлитовой стадии обычно лишь незначительно превышает 22 г/л (Валяшко, 1962). Не совсем объясним только в таком случае большой размер кристаллов сильвина (до 10-12мм). Роль процессов высаливания, по нашему мнению, должна существенно возрасти на границах стадий галогенеза, характеризующихся периодическим возвратом галогенеза к предыдущей стадии.

Приведённый материал позволяет говорить о существенной роли процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза и, в том числе при кристаллизации парагенезисов карналлит-сильвинового состава в тупиковых и полуизолированных участках солеродного бассейна.

**Региональная
геология,
палеонтология и
стратиграфия**

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭЛАСМОБРАНХИЙ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПОДОШВЫ СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ДОНО-МЕДВЕДИЦКИХ ДИСЛОКАЦИЙ

Бирюков А.В., Попов Е.В., Первушов Е.М.

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

До настоящего времени нерешенным вопросом в стратиграфии меловых отложений Нижнего и Среднего Поволжья является определение и обоснование положения подошвы сеноманских отложений. Подобная ситуация, сохраняющаяся на протяжении длительного времени, объясняется, исходя из ряда представлений.

1. Альбские – сеноманские отложения – это единый литологический комплекс, формирование которого отражает начальный этап средне мелового терригенного осадконакопления в условиях прогибания юго-востока Русской плиты. Отличительной чертой комплекса является сходство литологического состава альбских и сеноманских образований. Это преимущественно пески, с прослоями кремнистых алевропесчаников, и интервалами, обогащенными пелитовым материалом и желваковыми фосфоритами.

2. Вселение представителей морской биоты в акватории юго-востока Восточно-Европейской палеобиогеографической провинции в явном виде фиксируется начиная со среднего сеномана. Климатические и палеоэкологические условия, и, до некоторой степени, литологический состав вмещающих пород, предопределили редкую встречаемость находок фоссилий в породах альба и нижнего сеномана. Известны лишь единичные находки представителей ортостратиграфических групп.

3. Событийные образования в структуре альб-сеноманских отложений (горизонты фосфоритов, спонголитов – радиоляритов или пелитов) не всегда очевидно выделяются в разрезах и неоднозначно прослеживаются в пределах региона ввиду их фациальной приуроченности. Поверхности перерывов выделены как в пограничных интервалах альбских и сеноманских пород, так и в составе сеноманских образований. До последнего времени отсутствовали критерии обоснования их стратиграфического положения в пределах рассматриваемых структурно-фациальных зон.

Исследования последних лет показывают, что при отсутствии палеонтологического материала из альб-сеноманских и верхнесантонских – кампанских терригенных пород, функции биостратиграфически значимой, ортостратиграфической, группы приобретает остеологический материал эласмобранхий, который часто заметен на фоне «немых», в отношении беспозвоночных, интервалов разрезов. Основную массу находок эласмобранхий составляют их зубы, обычно приуроченные к фосфоритовым горизонтам. По результатам исследований сеноманских сообществ эласмобранхий в Поволжье разрабатывается биоэкологическая схема на их основе [1], что создаёт предпосылки для обоснования границы альба - сеномана в регионе. Примером заметного стратиграфического значения хрящевых рыб для расчленения разрезов пород альба и сеномана могут послужить результаты исследования разреза Мирошники-3.

Разрез Мирошники-3 обнаружен в 2014 г. в Котовском районе Волгоградской области. Здесь прослежены песчано-алевритовые образования с подчиненными прослоями песчаников и глин мощностью около 11 м. В верхней трети установлено присутствие фосфоритового горизонта, строение и мощность которого изменяются по латерали. Максимальная мощность скоплений фосфоритов достигает 0,15 м. Горизонт этих включений по латерали распадается на два прослоя, разделенных песками. Вмещающие терригенные породы не содержат фоссилий, а в фосфоритовом горизонте палеонтологический материал встречен в значительных количествах и заметную долю сборов здесь составляют эласмобранхии.

С 2014 по 2018 гг. из фосфоритового горизонта отобрано несколько массовых проб общим объёмом 1,388 м³. Материал проб отмывался на ситах с размером ячеек 2,5; 1 и 0,6 мм, с последующим выделением и селекцией фоссилий. В итоге, получено 1390 зубов эласмобранхий, из которых 493 (35,5%) были определены до уровня рода и вида. Помимо зубов акул обнаружены зубные пластины химер, редкие ядра и слепки аммонитов, копрогенный материал декапод, ядра и отпечатки редких и мелких двустворчатых моллюсков (*Arctica* sp.), крупные фрагменты древесины со следами биоэрозии, остеологический детрит морских рептилий. Впервые в регионе исследований из подстилающих песчаников и скоплений фосфоритов найдено несколько ядер и фрагментов ядер аммонитов. Установлено, что автохтонно захороненные аммониты из нижележащих песчаников, как и фосфатные ядра и их фрагменты, рассматриваются как позднеальбские (определения Е.Ю. Барабошкина).

В комплексе эласмобранхий обнаружены представители 13 видов и родов, принадлежащих к 11 семействам из 9 отрядов. Идентифицированы следующие формы: гибодонтообразные *Polyacrodus* sp. (3 зуба), шестижаберникообразные *Paraorthacodus recurvus* (Trautschold, 1877) (10 зубов); акулы-ангелы *Squatina cranei* (Woodward, 1888) (60 зубов); ковровые акулы *Cederstroemia* cf. *triangulata* Siverson, 1995 (15 зубов) и *Orectoloboides parvulus* (Dalinkevičius, 1935) – это первый и единственный зуб, обнаруженный в этом стратиграфическом интервале; катраны *Protosqualus glickmani* Averianov, 1997 (83 зуба); разнозубообразные *Heterodontus canaliculatus* (Egerton in Dixon, 1850) (3 зуба); ламнообразные *Eostriatolamia subulata* (Agassiz, 1843) (144 зуба); *Archaeolamna* ex gr. *kopingensis* (Davis, 1890) (61 зуб); *Pseudoscapanorhynchus compressidens* Herman, 1977 (6 зубов); *Protolamna* cf. *sokolovi* Cappetta, 1980 (8 зубов); палеоспинацидные *Synechodus dubrisiensis* (Mackie, 1863) (88 зубов); скаты, близкие к гитарниковым *Squatirhina draytoni* Guinot et al., 2012 (11 зубов).

В изученном комплексе эласмобранхий не обнаружены представители видов-индексов, указывающих на точную стратиграфическую принадлежность вмещающих отложений [1]. В частности, не установлено присутствие типично альбских форм: *Paraisurus macrorhiza* (Pictet et Campiche, 1858) [2].

Отсутствуют формы, ранее выделенные и известные в среднем сеномане Поволжья: (*Cretoxyrhina denticulata* (Glückman, 1957), *Protoscyliorhinus* cf. *bettrechensis* (Herman, 1977), *Squalicorax curvatus* (Agassiz, 1843), *Ptychodus decurrens* Agassiz, 1839) и, тем более представители группы, характеризующие позднесеноманский комплекс (*Squalicorax falcatus* (Agassiz, 1843), *Ptychodus mammillaris* Agassiz, 1843) [1].

Впервые, как предполагается - в нижнем сеномане Поволжья, обнаружен единственный зуб ковровой акулы *Orectoloboides parvulus*, известной из альба-сеномана Литвы [3], Западной Европы [4], Великобритании [5] и Казахстана [6]. Это отличает описываемый комплекс от всех известных ранее. Любопытно, что этот вид отсутствует во всех ранее изученных разрезах сеномана Поволжья и отмечен лишь, вероятно, в терминальном сеномане Самарского Предволжья [7].

Ихтиокомплекс Мирошники-3, при сравнении с близкими по возрасту и составу сообществами, известными из расположенных неподалёку местонахождений (Меловатка-5, -6; [2]), предстает ограниченным в видовом отношении, что, отчасти, обусловлено его формированием в более мелководных условиях. На это указывает преобладание в составе ихтиокомплекса мелкогазмерных (песчаные акулы, катраны) и придонных (акулы-ангелы, гитарниковые скаты, ковровые акулы, шестижаберниковые, разнозубообразные) форм. Крупные пелагические формы (*Cretoxyrhina* Glückman, 1958, *Cretolamna* Glückman, 1958, *Dwardius* Siverson, 1999) отсутствуют. Обнаружены зубы представителей семейства *Cretoxyrhinidae* indet., что отличает комплекс Мирошники-3 от известных синхронных сообществ.

Таким образом, все сообщество эласмобранхий Мирошники-3 можно разделить на пять экоморфотипов, предложенных Л. Компаньо на основе морфологии, мест обитания и поведения акулых рыб [8]. В составе комплекса могут быть выделены литоральный (ламнообразные, катрановые, вероятно палеоспинацидные и шестижаберникообразные), скватинобентический (акулы-ангелы и ковровые акулы), ринобентический (гитарниковые скаты), пробентический (разнозубообразные) и гибодонтный (архаичные гибодонтообразные). В составе рассматриваемого ихтиокомплекса абсолютно преобладает литоральный экоморфотип (81,14%), подчинённое значение у скватинобентического (15,42%) и ещё меньше доля ринобентического (2,22%), минимально присутствие пробентического и гибодонтного экоморфотипов (и тот, и другой по 0,61%). В целом набор экоморфотипов чрезвычайно беден. Например, в местонахождении Меловатка-5 их семь, а затем на протяжении сеномана их количество возрастает. Однако в комплексе Мирошники-3 необычна доля ринобентического комплекса – более 2%, в остальных сеноманских сообществах гитарниковые скаты гораздо более редки, и не превышают 1% состава.

Значительная доля синеходонтообразных *Synechodus dubrisiensis* и катранов *Protosqualus glickmani*, что придает комплексу бореальный облик [9], на что указывает и преобладание песчаных акул *Eostriatolamia subulata* [10].

Изложенные выше признаки, позволяют предположить раннесеноманский возраст рассматриваемого сообщества эласмобранхий. В общих чертах таксономический состав ассоциации эласмобранхий характерен для раннего сеномана Поволжья [2]. Ограниченность таксономического состава и низкая палеоэкологическая специализация эласмобранхий местонахождения Мирошники-3 косвенно даёт возможность предположить, что это пионерское сообщество первых стадий раннесеноманского бассейна – еще до начала экологической диверсификации эласмобранхий и увеличения их таксономического разнообразия в рассматриваемой палеобиохории.

Тафономический анализ ориктокомплекса эласмобранхий позволяет предположить, что в разрезе Мирошники-3 нижние интервалы отложений сеномана сокращены, при сравнении с относительно синхронными отложениями в разрезах Меловатка-5 и -6. В разрезе Мирошники-3 отмечается заметно большая фосфатизация остеологического материала, при сравнении с зубами эласмобранхий из местонахождения раннесеноманской ихтиофауны Меловатка-5 [2]. В ориктокомплексе эласмобранхий из Мирошники-3 сохранность фоссилий хуже: доминируют фрагментированные зубы со следами окатанности (65,5%).

Выводы.

1. Впервые описан, вероятно, наиболее ранний сеноманский комплекс эласмобранхий, ранее неизвестный в регионе, сильно ограниченного таксономического состава и с явно выраженной фациальной приуроченностью к очень мелководным условиям.

2. Предполагается, что в разрезе Мирошники-3, впервые в пределах Доно-Медведицких дислокаций, палеонтологически охарактеризована подошва нижнего сеномана.

3. Эласмобранхии в разрезах средне- и верхнемеловых терригенных пород приобретают важное биостратиграфическое значение при расчленении и сопоставлении выделенных комплексов пластинчатожаберных на территории Поволжья.

В условиях почти полного отсутствия руководящих форм эласмобранхий позволяют определить возраст вмещающих отложений: в данном случае, вероятно, это самые низы нижнесеноманских отложений. На основе установленных комплексов акулых рыб возможна корреляция интервалов сеноманских отложений. Эласмобранхии зарекомендовали себя как надёжный инструмент для проведения палеобиогеографических и палеоэкологических реконструкций, что является ещё одной

составляющей при проведении стратиграфических исследований. Подобный подход биостратиграфического изучения предполагается применить при рассмотрении разрезов альб-сеноманских отложений юго-востока Рязано-Саратовского прогиба.

Список литературы

1 *Бирюков А.В.* О стратиграфическом значении эласмобранхий (*Chondrichthyes*, *Elasmobranchii*) в сеномане Правобережного Поволжья // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 27–40.

2 *Бирюков А.В.* Комплекс эласмобранхий (*Chondrichthyes*) из нижнего сеномана Поволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сборник научных трудов / под ред. Е.Ю. Барабошкина, В.С. Маркевич, Е.В. Бугдаевой, М.А. Афонина, М.В. Черепановой. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 55–58.

3 *Dalinkevičius J.A.* On the fossil fishes of the Lithuanian chalk. I. Selachii // Mémoires de la Faculté des Sciences de l'Université de Vytautas le Grand. 1935. V. 9. P. 243–305.

4 *Biddle J.P.* Les Elasmobranches de l'Albien inférieur et moyen (Crétacé inférieur) de la Marne et de la Haute-Marne (France) // Belgian Geological Survey, Professional Paper: Elasmobranches et Stratigraphie. 1993. Vol. 264. P. 191–240, 6 pl.

5 *Ward D.J.* Sharks and rays // Field Guide to Fossils Number 12: Fossils of the Gault Clay / ed. J. R. Young, A. S. Gale, R. I. Knight, Dr Andrew B. Smith. 2010. P. 275-299.

6 *Kennedy W.J., King C., Ward D.J.* The upper Albian and lower Cenomanian succession at Kolbay, eastern Mangyshlak (southwest Kazakhstan) // Bull. de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Science de la Terre. 2008. V. 78. P. 117–147.

7 *Бирюков А.В., Попов Е.В., Морова А.А., Мороз В.П.* Новый комплекс эласмобранхий (*Chondrichthyes*) из базального горизонта турона Самарского Предволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы IX Всероссийского совещания 17-21 сентября 2018 г., НИУ «БелГУ», г. Белгород / под ред. Е.Ю. Барабошкина, Т.А. Липницкой, А.Ю. Гужикова. Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2018б. - С. 58 – 61.

8 *Compagno L.J.V.* Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space // Environmental Biology of Fishes. 1990. Vol. 28. № 1-4. P. 33-75.

9 *Guinot G.* Late Cretaceous elasmobranch palaeoecology in NW Europe // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2013. V. 388. P. 23–41.

10 *Гликман Л.С.* Эволюция меловых и кайнозойских ламноидных акул. М.: Наука, 1980. 248 с.

ОСОБЕННОСТИ ГИПЕРГЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КАРБОНАТНО-ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД БУГУЛЬМИНСКО-БЕЛЕБЕЕВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Гараева А.Н., Латыпов А.И., Зарипова Д.Р.

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

Породы зоны гипергенеза являются наиболее значимыми по влиянию на инженерно-хозяйственную деятельность человека. Именно они определяют выбор технологий возведения инженерных объектов и способ ведения сельскохозяйственных работ. Недоучет характера и интенсивности изменения пород зоны выветривания может вызвать активизацию негативных геодинамических процессов в приповерхностной части Земли при строительстве или в период эксплуатации сооружений [1, 3]. Учитывая это, было проведено изучение особенностей преобразований карбонатных пород зоны

гипергенеза в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Выбор территории исследования обусловлен высокой степенью ее освоения инженерными сооружениями нефтегазового комплекса.

Методика исследования заключалась в изучение стенок карбонатных и песчаных карьеров, вскрывших породы зоны гипергенеза в полном объеме. Макроописание слоев пород различной степени выветривания сопровождалось отбором образцов для лабораторных исследований. В общей сложности было изучено 32 карьера, что позволило получить полное представление об особенностях преобразования карбонатных и терригенных пород Бугульминско-Белебеевской возвышенности.

В геологическом плане территория Бугульминско-Белебеевской возвышенности сложена преимущественно мелководно-морскими отложениями казанского яруса и континентальными отложениями уржумского яруса Биармийского отдела пермской системы. Породы уржумского возраста в большинстве своем смыты с поверхности эрозионно-денудационных останцев возвышенности, обнажая известняки, доломиты и песчаника казанского яруса. В современных условиях строительства объектов нефтедобычи именно эти породы являются основаниями для инженерных сооружений.

Известняки и доломиты в своем неизменном состоянии являются прочными породами, относящимися к классу скальных грунтов [2]. Они способны выдержать большие статические нагрузки без существенных деформаций. Однако, процессы выветривания существенно меняют их физико-механические свойства в худшую сторону. Часто верхняя часть выветрелых карбонатных массивов трансформируется в рыхлый материал, переходя в класс дисперсных элювиальных грунтов [2]. Анализ характера залегания измененных карбонатных пород в стенках карьеров позволил выявить стадийность их преобразования под действием гипергенных факторов (рис. 1).

В основании профиля выветривания карбонатных массивов Бугульминско-Белебеевской возвышенности залегают плотные известняки, развитые вертикальными трещинами разгрузки на крупные останцы. Выше по разрезу повсеместно в карьерах отмечается тенденция увеличения степени трещиноватости массивов карбонатных пород. Над плотными слабо трещиноватыми известняками залегает слой пород мощностью до 1,5 м, в котором увеличивается плотность вертикальных трещин, появляются и горизонтальные трещины. Выше по разрезам карбонатные массивы разбиты пересекающимися системами вертикальных и горизонтальных трещин сначала на крупноблочные отдельности, затем на крупноплитчатые отдельности. Особенностью этих слоев является то, что блоки и плитки отдельностей карбонатных пород, несмотря на разобщенность в массивах, сохраняют залегание, а так же структурно-текстурные признаки, присущие исходной, неизменной породе. Мощность слоя трещиноватых грунтов составляет 1,5-2,0 м. Над ним залегают грунты более преобразованные процессами выветривания. В подошве, как правило, расположен слой тонкоплитчатых известняков или доломитов. В нем плитчатые отдельности разориентированы, в слое расположены под углами в 10-25 градусов по отношению друг к другу. Трещины между ними частично заполнены карбонатной мукой с примесью дресвы. Выше залегают сильно выветрелые породы в виде слоя светло-серой, рыхлой карбонатной муки или дресвяно-щебеночного материала сцементированного карбонатно-глинистым материалом. Мощность слоя в карьерах может меняться от 0,6 до 1,6 м. С поверхности элювиальные отложения перекрыты темно-бурыми делювиальными суглинками, по которым развивается почвенно-растительный слой.



Рис. 1. Схема залегания карбонатных пород и фото карьера п. Александровка Ютазинский район.

Таким образом, в разрезе зоны гипергенеза четко обособляются два слоя. Нижний слой представлен структурным элювием, здесь преобладают процессы физического разрушения осадочных пород. По мере увеличения степени трещиноватости карбонатного массива, увеличивается и водопроницаемость известняков и доломитов. Проникающие в массив инфильтрационные воды способствуют избирательному растворению и дальнейшей дезинтеграции пород за счет перепадов температур и влажности. В результате, со временем, плотные известняки и доломиты рассыпаются до состояния щебня, дресвы и карбонатной муки. Так постепенно формируется слой бесструктурного элювия. В незахороненном состоянии мощность бесструктурного элювия небольшая вследствие постоянных смывов карбонатной муки водами атмосферных осадков. Лишь после того, как элювиальные отложения перекрываются делювиальными суглинками, мощность слоя бесструктурного элювия начинает постепенно увеличиваться.

Песчаные породы, подвергающиеся гипергенезу, претерпевают несколько другие процессы преобразования. Анализ профилей выветривания песчаников в стенках карьеров показал, что в основании зоны гипергенеза так же расположены плотные, прочные терригенные породы, по своим свойствам относящиеся к классу скальных грунтов [2]. Песчаники казанского яруса по составу обломочной компоненты граувакковые, сложены преимущественно окатанными обломками кремнистых и эффузивных пород, с примесью зерен кварца, полевых шпатов, чешуек мусковита и хлорита. Обломки горных пород и минералов сцементированы кальцитовым цементом с примесью глинистого материала. Цемент порового типа, выполнения, по структуре тонко-мелкозернистый за счет перекристаллизации. Высокая плотность кристаллизационных контактов обуславливает высокие механические свойства терригенных пород. Над плотными песчаниками залегает небольшой по мощности (до 0,3 м) слой, состоящий из отдельных реликтов терригенной породы, скрепленных рыхлым песчано-глинистым материалом. Очевидно, этот слой является приближенным аналогом структурного элювия известняков и доломитов. Однако, вследствие меньшей устойчивости известковых граувакковых песчаников к выветриванию, он выражен слабо. Поэтому часто создается впечатление, что в разрезах стенок карьеров на плотных песчаниках сразу залегает рыхлый мелкозернистый песок с небольшой примесью глинистого материала. При этом мощностью слоя несцементированного песка может достигать до 15,0 м. Особенностью слоя рыхлого песка является сохранение структуры, текстуры и состава обломочной компоненты от первичной, исходной породы. При этом в нем практически полностью отсутствует кальцитовый цемент, скрепляющий обломки

минералов и горных пород. По своим свойствам песок относится к классу дисперсных несвязанных элювиальных грунтов [2].



Рис. 2. Схема залегания терригенных пород и фото карьера п. Нижняя Чегодайка Черемшанский район.

Таким образом, в разрезе профиля выветривания по песчаникам (рис. 2) выделяются два слоя. Нижний слой - это не четко выраженный структурный элювий, верхний - выщелоченный песчаник до состояния рыхлого песка. Как следует из строения зоны гипергенеза, в песчаниках преобладают процессы химического выветривания. Проникающие в поры породы воды атмосферных осадков, насыщенные углекислым газом ($pH=5,0-5,5$), растворяли кальцитовый цемент и выносили продукты растворения за пределы зоны аэрации. Вероятнее всего вынос растворенного вещества осуществляется вначале плоскостным поверхностным стоком дождевых и талых снеговых вод, затем, после формирования путей фильтрации, нисходящими инфильтрационными водами. При этом не было нарушено первичное залегание обломочной компоненты, сохранив в массиве рыхлого песка структурно-текстурные признаки исходного песчаника.

Характер преобразования карбонатных и терригенных пород в зоне гипергенеза показал, что в данном случае, при поверхностном разрушении карбонатных массивов ведущую роль приобретают процессы физического выветривания, а при разрушении песчаников - процессы химического выветривания. Это обусловлено как гетерогенностью минерального состава пород, так и их плотностью сложения.

Список литературы

- 1 Гатиятуллин Р.Н., Кашуркин П.И., Рахматуллин М.Х., Баратов А.Р. Комплексная система геодинамического мониторинга юго-востока Татарстана // Георесурсы. 2013. № 1(51). - С. 8-12.
- 2 ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация.
- 3 Мирзоев К.М., Степанов В.П., Гатиятуллин Н.С., Тарасов Е.А., Гатиятуллин Р.Н., Кашуркин П.И., Кожевников В.А. Глубинный карст и современные движения земной поверхности в Татарстане // Георесурсы. 2006. № 1(18). - С. 44-47.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ КОМПЛЕКСНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГУБКИНСКОГО ГОРИЗОНТА (ТУРОН – КОНЬЯК ПОВОЛЖЬЯ)

**Первушов Е.М., Рябов И.П., Гужиков А.Ю., Сельцер В.Б., Калякин Е.А.,
Гужикова А.А., Ильинский Е.И., Худяков Д.В., Фомин В.А.**
*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»*

Впервые туронские – коньякские отложения Поволжья упоминаются в материалах по изучению геологического строения региона (Архангельский, 1908, 1912; Павлов, 1897-1914, Синцов, 1872-1915 и др.), а в последствие, по итогам проведения геологосъемочных работ (Барышникова, 1955-1959; Морозов, 1951-1962; Морозов, Бондарева, 1970 и др.). Результаты био- и литостратиграфических исследований публиковались в 80-ые и в начале 90-ых годов прошлого века. Тематических работ по изучению образований турона – коньяка до начала XXI века не проводилось, за исключением разработки прогноза распространения карбонатных пород на правобережье Саратовской области (Зайонц, Шадрухин, 1987; фонды НИИГ СГУ).

Введение в 2004 году, в региональную стратиграфическую схему верхнемеловых отложений губкинского горизонта стало отражением представлений о едином этапе геологического развития территории на протяжении туронского – коньякского времени. Выделение же в составе этого горизонта банновской (турон) и вольской (коньяк) свит носит условный характер. Результаты седиментологических, палеонтологических и магнитостратиграфических исследований последних десятилетий (Гужиков и др., 2007, 2021а, б; Гужикова и др., 2020а, б, 2021; Калякин и др., 2018; Первушов и др., 2017а, б; 2019, 2020а, б; 2021; Сельцер, 2018а, б; Guzhikova et al., 2019; Pervushov et al., 2019) подтверждают сделанные ранее выводы (Герасимов и др., 1962) об отсутствии достоверных литологических критериев для обозначения подошвы коньяка на территории региона, где распространены карбонатные породы этого возраста. Карбонатные образования губкинского горизонта, совместно с подстилающими терригенными породами сеномана (брянский горизонт) и перекрывающими кремнисто-карбонатными породами сантона (шиловский горизонт) изучены авторами в 23 разрезах, расположенных на правобережье Волгоградской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей. Это позволило проследить выделенные детальные био- и магнитостратиграфические подразделения в пределах южной и северо-восточной частей наложенного Ульяновско-Саратовского прогиба и на юго-востоке унаследованного Рязано-Саратовского прогиба. По северному и северо-западному борту Прикаспийской впадины губкинский горизонт вскрыт скважинами и рассматривается порой в едином комплексе с сантонскими образованиями.

Стратиграфические результаты исследований. Выделение губкинского горизонта и обоснование его стратиграфического положения в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба не вызывает дискуссий. Подошва и кровля этого регионального стратиграфического подразделения прослеживаются по терригенным фосфоритовым горизонтами и/или резким изменениям литологического состава пород, свидетельствующим о значительных стратиграфических перерывах. По бортам Рязано-Саратовского прогиба и Прихоперской моноклинали расположены разрезы, где, в пределах брахиантиклиналей, распространена фосфоритоносная карбонатно-терригенная борисоглебская свита (средний турон – нижний сантон).

Представлено комплексное описание стратотипов банновской (турон, Нижняя Банновка (Первушов и др., 2019)) и вольской свит (коньяк, карьер Коммунар, г. Вольск (Первушов и др., 2021)). В разрезах Пудовкино и Багаевка установлен маломощный

фосфоритовый горизонт, который принят литологическим критерием выделения вольской свиты, а его стратиграфическое положение подтверждено на основе изучения комплексов бентосных фораминифер (БФ). В разрезах Нижняя Банновка и Коммунар подошва пород коньяка, по биостратиграфическим данным, приурочена к тонким прослоям глин с карбонатными окатышами.

В стратотипе банновской свиты установлены интервалы, соответствующие лишь среднему и нижней – средней части верхнего турона, что характерно для большей части изученных разрезов губкинского горизонта. В восточной части Ольховской мульды, в юго-западной части Ульяновско-Саратовского прогиба, и в пониженных участках Елшано-Сергиевского вала, впервые выделены нижнетуронские карбонатно-терригенные отложения, стратиграфическое положение которых показано на основании комплексов бентосных фораминифер и белемнитов (*Praeactinocamax triangulus* Naid.). Ядром комплекса позднетуронских иноцерамов является группа *I. lamarcki lamarcki* Park. и *I. lamarcki stuetemckei* Heinz. Находки аммонита *Huphantoceras reussianum* (d'Orb.) являются проявлением биособытия *Huphantoceras-event*, отражающего высокий уровень моря и расселение этих гетероморфов в восточных районах Европейской области (Сельцер, 2020а). Мощность банновской свиты обычно составляет 5 – 8 м, но ее значения варьируют от 0,5 м до 10 м, что определяется глубиной эрозионного среза предконьякским осадконакоплением.

Несмотря на сокращенную мощность пород коньяка в стратотипе вольской свиты (Коммунар), в этом разрезе наиболее полно представлена стратиграфическая последовательность зон БФ и пограничного интервала верхнего коньяка – нижнего сантона. В нижнем коньяке Вольской структурной зоны впервые определены аммониты *Puzosia muelleri* d' Gross. (Сельцер, 2018). В коньяк - сантонском интервале установлены белемниты *Belemnitella shmidi* Christ. et Schulz (Сельцер, 2020б).

Практически повсеместно на рубеже турона и коньяка, по данным изучения комплексов бентосных и планктонных фораминифер отмечается хиатус, в объеме двух подзон по БФ. В большинстве разрезов это событие не нашло отражения в литологическом составе карбонатных пород турона и коньяка. Мощность мергелей и мела коньяка в разрезах, сохранившихся от размывов в более позднее время, значительно, порой в несколько раз превышает мощность пород турона (Каменный Брод, Нижняя Банновка, Сплавнуха). К настоящему времени максимальная мощность пород нижнего и среднего коньяка установлена в разрезе Каменный Брод (около 36 м), но верхнеконьякские образования здесь не установлены. Породы верхнего коньяка, мощностью до 2-2,5 м, достоверно выделены только в стратотипе вольской свиты (Коммунар). Практически повсеместно отложения губкинского горизонта перекрываются со значительным перерывом нижнесантонскими кремнистыми мергелями подзоны LC 8с по БФ. В разрезах Коммунар и Чухонастовка-5 предполагается наличие самых нижних интервалов нижнего сантона. Находки иноцерамов *Cordiceramus* sp. и *Platyceramus* sp. уточняют сведения о раннесантонском возрасте отложений в разрезах Трубино и Озерки-3.

В интервале туронских – нижнесантонских образований выделено три уровня стратиграфических, иногда и угловых, несогласий: в основании среднего турона, в основании нижнего коньяка и в основании сантона. Эти хиатусы характеризуются продолжительностью и в том или ином виде прослеживаются во всех структурно-фациальных зонах (СФЗ). Внутриформационные перерывы, на уровне подзон по БФ, в структуре губкинского горизонта прослеживаются в отдельных СФЗ или отсутствуют вследствие последующих эрозионных срезов. Обширные сборы фоссилий позволили получить новые данные по таксономическому составу и пространственному расселению сообществ морских беспозвоночных. Представлены биостратиграфические схемы, на уровне зон/подзон и слоев с фауной, разработанные и дополненные при прослеживании

стратиграфической приуроченности в отложениях турона – сантона фораминифер, иноцерамов, аммонитов и белемнитов, иглокожих, брахиопод и губок.

Содержательная информация и детальные биостратиграфические построения выполнены на основе установленных комплексов БФ. Зональное расчленение туронского – нижнесантонского интервала по БФ положено в основу корреляции изученных разрезов и сопоставления биостратиграфических схем по макрофоссилиям.

Анализ микрофаунистических проб позволил выделить мелкоразмерные формы брахиопод, мшанок и известковых губок, элементы скелета иглокожих. Рассмотрение порошков микрофаунистических проб с целью выделения макрофоссилий позволило, во-первых, проследить распределение представителей макрофауны по разрезу туронских – сантонских отложений, во-вторых – обозначить уровни концентрации мелкоразмерных беспозвоночных в породах среднего и верхнего турона.

Губкинский комплекс беспозвоночных охарактеризован находками карбонатопродуцирующих беспозвоночных: одиночных кораллов, известковых и кремневых губок, мшанок, иглокожих, брахиопод, скальпелиумов, червей-трубкожилов, двустворчатых моллюсков, преимущественно устриц и иноцерамов, цефалопод. Новые формы на уровне вида и подрода установлены среди иглокожих, мшанок и брахиопод. Впервые в туронских отложениях установлены представители почти всех групп иглокожих: морские ежи, морские лилии, морские звезды и офиуры. Как и разнообразные мшанки, иглокожие в поволжских разрезах установлены из более ранних уровней (средний – верхний турон), чем это известно на территории Северной Европы. В качестве проблематик рассматриваются находки сферических строматолитов - онколитов *Osagia* sp. Спорадическое расселение кремневых губок в южной части современного Поволжья отмечено в среднем коньяке, а максимального пространственного распространения и таксономического разнообразия это спогносообщество достигло в сантонское время.

В магнитостратиграфическом отношении губкинский горизонт на территории Поволжья характеризуется сложной палеомагнитной зональностью (Гужикова и др., 2021). Магнитозона обратной полярности в среднем туроне (зона LC4 и низы подзоны LC5a) прослежена, по крайней мере, в 6 разрезах на территории Волгоградской (Мирошники, Меловатка, Большой Каменный овраг) и Саратовской областей (Озерки-1, -2, -3). Верхам турона и коньяку (подзоны LC5b, LC5c, зоны LC6, LC7, подзоны LC8a и, частично, LC8b) Волгоградского и Самарского Правобережья свойственна знакопеременная и/или аномальная полярность с преобладанием прямой, но разновозрастные отложения разрезов Коммунар и Нижняя Банновка (Саратовская область) характеризуются только прямой полярностью. Согласовать палеомагнитные материалы по губкинскому горизонту можно, исходя из клиноморфного строения турона–коньяка, которое свойственно территории Нижнего и Среднего Поволжья. Полученные магнитостратиграфические данные противоречат шкале геомагнитной полярности (GPTS), в которой туронскому и коньякскому ярусам соответствует исключительно нормальная полярность (Gradstein et al., 2020), поэтому версия о частичном перемагничивании губкинского горизонта Поволжья в настоящее время не может быть отвергнута. Однако сведения о сложной палеомагнитной зональности разрезов турона–коньяка Туаркыра (Гужиков и др., 2003), Западной Сибири (Гнибиденко и др., 2014), Южной Англии (Montgomery et al., 1998) и других регионов свидетельствуют, скорее, о необходимости корректировки GPTS.

Палеоструктурные и палеогеографические реконструкции. Анализ мощностей, литологического состава пород губкинского горизонта, соотношения бентосных и планктонных фораминифер, состава бентосных поселений беспозвоночных позволил сделать вывод о том, что максимум трансгрессии приходился на раннеконьякское время. Не столько расширение площади морского бассейна, сколько возрастание его глубины,

обусловило сокращение представительства бентосных форм и их таксономического разнообразия. Очевидная скудность карбонатных пород коньякского яруса послужила основанием дать им определение «немой мел» (Архангельский, 1912).

Заметный эрозионный срез подстилающих образований так же приурочен к первым фазам раннеконьякского времени, что особенно заметно в юго-восточной части Саратовских дислокаций. В стратотипическом разрезе банновской свиты Нижняя Банновка мощность турона оценивается в 6 м, в расположенном западнее разрезе Сплавнуха она составляет 5,5 м, в то время как в разрезах Пудовкино и Багаевка мощность туронских отложений составляет 0,5 - 1 м соответственно. На значительной территории Саратовского правобережья отложения коньяка и даже турона уничтожены во время событий, предшествовавших сантонскому осадконакоплению (Саратовские дислокации, северо-восточный борт Рязано-Саратовского прогиба).

Материалов для точного оконтуривания существовавших в губкинское время СФЗ пока недостаточно. Очертания основных СФЗ соотносятся с очертаниями региональных структур. В юго-западной части Ульяновско-Саратовского прогиба губкинский горизонт залегает на терригенных породах среднего сеномана, в северо-восточной части – на глинах и алевролитах альба, на большей части Рязано-Саратовского прогиба – на песках верхнего сеномана. Обособленное развитие характерно для районов Прихоперской моноклинали и средней части Рязано-Саратовского прогиба, где формировались терригенно-карбонатные осадки незначительной мощности (борисоглебская свита). На юго-восточном склоне Токмовского свода карбонатные породы вольской свиты повсеместно залегают на алевролитах и глинах альба. В этой части Токмовского свода расположена Вольская структурная зона, которая на протяжении туронского – раннекампанского времени развивалась инверсионно, что заметно на фоне формировавшихся отрицательных структур (Хвалынской и Карамышской впадин). В настоящее время верхнемеловые породы в окрестностях г. Вольск слагают структурную ступень, которая погружается в южном направлении. Анализ строения и состава базальных горизонтов в подошве туронского и сантонского ярусов позволяет подчеркнуть характеристику существовавших СФЗ и проследить развитие локальных положительных и, реже, отрицательных структур, их соотношение с современным структурным планом. Следует отметить информативность петромагнитных параметров, используемых для подобных палеотектонических реконструкций. Например, магнитная восприимчивость туронских–коньякских отложений (величина которой, в данном случае, зависит от концентраций терригенных ферромагнетиков в породе) закономерно убывает в южном направлении – от районов Саратовского Правобережья, где фиксируются максимальные объемы эрозионных срезов (разрезы Озерки-1, -2, -3), до Каменного Брода (Волгоградская область), являющегося наиболее полным разрезом турона–коньяка в правобережном Поволжье.

По результатам исследований опубликовано более тридцати статей в отечественных и зарубежных изданиях, соавторами которых являются сотрудники и аспиранты геологического факультета Саратовского и Московского университетов, Геологического и Палеонтологического институтов РАН.

Полевые работы и магнитостратиграфические исследования выполнены за счет гранта РНФ (проект № 20-77-00028) “Проверка гипотезы о существовании эпох обратной полярности в туронском, коньякском и сантонском веках (поздний мел)”. Исследование бентосных фораминифер выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90077/20 “Бентосные фораминиферы, как ключевой фактор детального расчленения и стратиграфической корреляции турон-коньякских отложений Поволжья”.

О ЗОНЕ *DUFRENOYIA FURCATA* НИЖНЕГО АПТА В РАЗРЕЗАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Полковой К.С.

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

В настоящее время зона *Dufrenoyia furcata* достоверно рассматривается в качестве верхней зоны нижнего апта в стратиграфических схемах Тетической области. Ее нижняя граница определяется по первому появлению аммонитов рода *Dufrenoyia* в разрезах, и, по сути, она является генозоной. С представителями рода *Dufrenoyia* связывается максимум географического распространения дееситид. Находки дуфреной известны из многих регионов мира (Стеньшин, Барабошкин, 2015).

Представитель аммонитов, рассматриваемых в настоящее время исследователями в составе рода *Dufrenoyia* (типовой вид *Ammonites furcatus* J. de C. Sowerby, 1836), в качестве зонального впервые был использован Ч. Жакобом в наименовании подзоны «с *Opellia nisus* d'Orb. sp. и *Hoplites furcatus* Sow. sp.» при расчленении апта французских Альп и смежных областей (Jacob, 1907). На Северном Кавказе зона с видами-индексами рода *Dufrenoyia* – зона «*Dufrenoyia subfurcata* Kasan. и *D. furcata* Sow.» – впервые была выделена В.П. Ренгартеном (1951) в стратиграфической схеме нижнего мела Большого Кавказа, где она была помещена в кровлю нижнего апта. Позже зона с *Dufrenoyia* стала фигурировать в стратиграфических схемах нижнего мела Северного Кавказа у многих других авторов, но фаунистическое обоснование она получила в немногих разрезах. В частности, находки дуфреной были известны из районов рек Большого и Малого Зеленчуков на западе центральной части Северного Кавказа и в районах рек Баксана, Хеу, в окрестностях Нальчика – на востоке (Мордвилко, 1960; Друщиц, Михайлова, 1966). Однако в разрезах, расположенных между долинами рек Малого Зеленчука и Баксана, зона выделялась лишь условно. Виной тому плохая обнаженность интервала верхов нижнего – низов среднего апта в указанной области. Тем не менее нельзя сказать, что находки *Dufrenoyia* здесь совсем не известны. В частности, представители *Dufrenoyia* (*D. furcata* (J. de C. Sow.), *D. dufrenoyi* (d'Orb.) и *D. subfurcata* (Kas.)) изображались и описывались М.С. Эристави (1961) из долины р. Кумы, однако стратиграфическая ценность данных экземпляров весьма условна ввиду того, что автором не приводится описание разреза и вертикальная позиция этих находок в нем. При изучении обнажений в окрестностях Кисловодска и в долинах рек Кумы и Дзегуты нами были получены новые сведения, которые позволили во многом решить стратиграфические проблемы, связанные с положением в разрезе, строением, и фаунистическим обоснованием зоны *Dufrenoyia furcata* в этих районах.

В окрестностях Кисловодска зона *Dufrenoyia furcata* представлена пачкой серых алевролитов с различным содержанием глиняного и песчаного материала мощностью 13 м. В нижней и средней части порода содержит рассеянные мелкие глиняные стяжения с фауной и отдельные фрагменты жилых камер аммонитов, среди которых определены *Dufrenoyia furcata* (J. de C. Sow.), *D. dufrenoyi* (d'Orb.) и *Cheloniceras cornuelianum* (d'Orb.). В верхней четверти пачки обнаружены редкие известковые конкреции, в которых встречена *Dufrenoyia furcata* (J. de C. Sow.).

В долинах рек Кумы и Дзегуты (последняя относится уже к бассейну р. Кубани) зона имеет почти одинаковое строение, но заметно отличается как по литологии, так и по составу фауны аммонитов от того же стратиграфического интервала, наблюдавшегося в окрестностях Кисловодска. В районах указанных рек зона в нижней части представлена слабосцементированными песчаниками, сменяющимися выше алевролитами с различным содержанием глиняного и песчаного материала. В основании зоны

трассируются два выдержанных горизонта известковых конкреций различных размеров с фауной аммонитов. В разрезе на р. Куме в этих конкрециях найдены *Dufrenoyia furcata* (J. de C. Sow.), *D. subfurcata* (Kas.), *Cheloniceras cornuelianum* (d'Orb.) и *Tropaeum* ex gr. *bowerbankii* (J. de C. Sow.). В обнажениях долины р. Дзегуты помимо тех же форм встречены также *Dufrenoyia dufrenoyi* (d'Orb.) и *D. sinzovi* Lurrov, находки которых, однако, приурочены только к верхнему горизонту конкреций; кроме того, представитель *D. furcata* (J. de C. Sow.) найден и в вышележащих алевролитах. Мощность зоны в районе р. Кумы составляет 7,5 м, а в районе р. Дзегуты она оценивается в 10 м.

Во всех изученных районах породы рассматриваемого интервала согласно залегают на алевролитах и глинах с аммонитами *Deshayesites* (*zona Deshayesites deshayesi*) и перекрываются алевролитами зоны *Ericheloniceras subnodosocostatum* среднего апта, которые в основании содержат горизонт конкреций с характерными *Ericheloniceras* (в окрестностях Кисловодска эти конкреции плотные известковые, а в бассейнах рек Кумы и Дзегуты они представлены септариями).

Отдельно необходимо рассмотреть вопросы палеонтологической тематики, связанные со стратиграфически значимыми для рассматриваемой зоны представителями рода *Dufrenoyia*. Эти аммониты характеризуются дисковидными раковинами, скульптурированными ребрами, а также вентральными бугорками, между которыми на ранних оборотах вентральная сторона гладкая. С ростом раковины ребра появляются и на вентре, а бугорки обычно редуцируются. Различными исследователями к настоящему времени было выделено более 30 видов этого рода (Klein, Bogdanova, 2013), причем географическое распространение отдельных групп видов *Dufrenoyia* ограничено в пространстве, что свидетельствует о существовании в конце раннего апта разных биохорий представителей рода. В частности, с Кавказа, Русской плиты, из Европы и Закаспия, между акваториями которых во второй половине раннего апта существовала связь и происходил активный обмен фаунами (Барабошкин, 2007), суммарно известно около 15 видов. Среди разных регионов приведенной области наибольшее количество (10) видов известно из Южной Англии, описанных в работе Р. Кейси (Casey, 1964), причем среди них автором было выделено восемь новых.

Недавно французскими исследователями (Bersac, Bert, 2012) была предпринята попытка пересмотра содержания этих видов. За главный отличительный признак между видами *Dufrenoyia* авторами была принята длительность стадии онтогенеза раковины с гладкой вентральной стороной. По этому признаку все десять видов, описанных в работе Р. Кейси, были сведены к двум таксонам: 1) *D. furcata* (J. de C. Sow.) – формы с короткой стадией с гладкой вентральной стороной (заканчивается появлением ребер на вентре при диаметре раковины в 25–35 мм) и 2) *D. dufrenoyi* (d'Orb.) – с более продолжительной той же стадией (заканчивается при диаметре более 35 мм). При этом представители первого вида в Южной Англии распространены стратиграфически ниже второго, то есть эти таксоны последовательно сменяют друг друга, по интерпретации ревьюеров.

При определении видов *Dufrenoyia* из наших сборов мы учитывали результаты этой ревизии, однако сопоставление кавказского и английского, представленного в работе Р. Кейси, материалов, не позволило полностью согласиться с выводами французских коллег. На наш взгляд, длительность стадии с гладкой вентральной стороной может свидетельствовать лишь о том, является тот или иной представитель рода более ранним или более поздним при всех прочих равных признаках. Кроме того, вариации в длительности такой стадии вполне могут быть нестабильными, а, следовательно, полностью игнорировать другие признаки нельзя. Помимо прочего, приведенный подход сильно усложняет идентификацию крупных экземпляров дуффреней (50–100 мм в диаметре и более), которые для определения необходимо обязательно разворачивать до ранних оборотов, что не всегда возможно. В частности, подобные крупные раковины из описанных Р. Кейси (Casey, 1964), не подвергавшиеся разворачиванию, получается,

были отнесены ревизорами к тому или иному виду без собственно процедуры определения, а лишь исходя из стратиграфических уровней этих находок. При идентификации видов дуфреной нами учитывался комплекс признаков, а не один из них. При этом различия в толщине и частоте ребер вместе с незначительными колебаниями параметров формы раковины, выявляющиеся при сравнении разных индивидов, рассматривались в качестве признаков, не имеющих видового значения, но в некоторых случаях позволяющих выделять отдельные морфологические группы внутри видов или морфы. Морфы называются латинским наименованием вида, по которому эта морфа была первоначально выделена как самостоятельный таксон (Киселев, 2021).

Среди кавказских *Dufrenoyia furcata* (J. de C. Sow.) мы различаем три морфы: *morpha furcata* (J. de C. Sow.) (типичные представители вида), *morpha lurensis* (Kilian) (разновидность с широкими ребрами, среди которых редки вставные) и *morpha truncata* Spath (разновидность с тонкими ребрами). Среди *D. dufrenoyi* (d'Orb.) встречено две морфы: *morpha dufrenoyi* (d'Orb.) (типичные представители вида) и *morpha praedufrenoyi* Casey (толсторебристая разновидность). По нашим данным, представители *D. dufrenoyi* (d'Orb.) хотя и встречаются стратиграфически выше первых *D. furcata* (J. de C. Sow.), что позволяет предполагать, соглашаясь с ревизорами (Bersac, Bert, 2012), что первый таксон является потомком второго, для них тем не менее зафиксировано и совместное нахождение. Интересно также отметить, что в наших сборах *D. dufrenoyi* (d'Orb.) представлены исключительно мелкими раковинами (до 30 мм в диаметре), а *D. furcata* (J. de C. Sow.) – раковинами с размерами от средних до очень крупных (50–300 мм). В качестве самостоятельных видов рассматриваются *D. subfurcata* (Kas.) и *D. sinzovi* Lurrov, которые в изученных районах Северного Кавказа встречаются сравнительно редко. Первый вид отличается от других представителей *Dufrenoyia* характером ребер на латеральной стороне, которые на всем своем протяжении от умбиликуса до вентральной стороны имеют почти неизменную толщину и высоту, нигде не претерпевая сплющивания, и высокими, средней толщины оборотами. В качестве синонима вида *D. subfurcata* (Kas.) мы склонны рассматривать таксон *D. formosa* Casey, который, по указанным выше признакам, полностью соответствует характеристике первого. Те же особенности не позволяют смешивать экземпляры *D. formosa* Casey с представителями *D. furcata* (J. de C. Sow.), как это было сделано при недавней ревизии (Bersac, Bert, 2012). Вид *D. sinzovi* Lurrov характеризуется низкими, тонкими ребрами, расширяющимися лишь в непосредственной близости от вентральной стороны.

Таким образом, новые данные, полученные при изучении обнажений в окрестностях Кисловодска и в долинах рек Кумы и Дзегуты центральной части Северного Кавказа, позволили впервые для этих районов выделить и фаунистически обосновать зону *Dufrenoyia furcata* нижнего апта, наметить ее границы и представить литологическую и палеонтологическую характеристику. Определение видов стратиграфически значимых дуфреной проводилось по комплексу признаков с учетом предполагаемой внутривидовой изменчивости, что в некоторых случаях позволяло выделять отдельные морфы, сохраняя при этом более предпочтительное, в соответствии с современными тенденциями, широкое понимание вида.

ЭСКИЗ ТУРОН - РАНЕСАНТОНСКОЙ ФАУНЫ МОЛЛЮСКОВ И ЭХИНОИДЕЙ ИЗ ОБНАЖЕНИЙ ВОЛЖСКОЙ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ УЧАСТКА АХМАТ – КОНДАКОВО (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.Б. Сельцер, Е.А. Калякин.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, seltservb@mail.ru
eakalyakin@mail.ru

Турон - сантонские отложения вскрываются в многочисленных разрезах, приуроченных к эрозионным элементам прибрежной полосы Волгоградского водохранилища. Объектами изучения являлись береговые обнажения расположенные несколько выше по течению от села Ахмат и в низ по течению, вплоть до местоположения села Кондаково. В административном отношении эта территория относится к Красноармейскому району. Наиболее значимым, по нашему мнению, является разрез, приуроченный к устьевой части балки Елховой (разрез Ахмат) и береговые обнажения, лежащие между оврагами Верхняя и Нижняя Студенка. Отличительной чертой этих объектов является хорошая обнаженность пород и доступность для проведения послойных и поинтервальных сборов ископаемой фауны.

По результатам полевых работ 2015 – 2017 гг., из турон - раннесантонских интервалов, удалось провести сборы разнообразных фоссилий: иноцерамов, аммонитов, наутилид, белемнитов и эхиноидей. Это позволило сформировать представления о таксономическом разнообразии и проследить последовательность их распространения в разрезах. Обнажения береговой полосы данного участка занимают промежуточное положение между хорошо известными и изученными разрезами в окрестностях сел Нижняя Банновка и Пудовкино (Первушов и др. 2019, Pervushov et al., 2021, in press). Вследствие предсантонского размыва в изученных разрезах фактически не удается отчетливо выделить отложения коньякского яруса. Общей чертой турон - раннесантонского интервала является его залегание на песчано-алевритовых отложениях сеномана с отчетливой нижней границей, выраженной фосфоритовым горизонтом (Рис.). Верхняя граница очерчена одним из наиболее узнаваемых интервалов верхнемеловых пород Нижнего Поволжья включающего прослой, глауконитового мергеля, содержащего фосфориты разных генераций и многочисленные фосфатизированные скелеты кремниевых губок, благодаря чему он известен в литературе как «губковый» горизонт. Этот слой перекрыт слабокремнелым мергелем, а выше переслаиваются опоковидные мергели и глины, что придает этому интервалу разреза пород полосчатый облик.

Мощность туронского интервала в разрезе Ахмат заметно меньше чем у разрезов Нижней Студенки, находящихся ниже по течению. Это в полной мере соответствует общему структурному плану строения территории, отмеченного еще А.Д. Архангельским в начале XX века, о чем он писал буквально следующее: «*Описанный разрез (выше Ахмата – прим авт.) представляет выдающийся интерес в том отношении, что дает возможность измерить толщину туронских пластов и точно определить уменьшение их мощности Оказывается, что у Ахмата мощность турона в четыре раза меньше, нежели у Даниловки, и в два раза меньше, чем у Банновки*» (Архангельский, 1912; 1952, стр. 172).

Необходимо отметить, что упоминаемые разрезы и многочисленные береговые обнажения, находящиеся между ними, богато охарактеризованы разнообразной ископаемой фауной, которая встречается начиная с верхов песчано-алевритовых отложений сеномана и далее в верх по разрезам, вплоть до кровли сформированной современной эрозионной поверхностью. Основное внимание уделялось сборам

ортостратиграфических групп фауны из турон-нижнесантоских интервалов. Наиболее заметным, по частоте встречаемости, является комплекс иноцерамов, с основным звеном принадлежащего ламаркоидной группе в которой выделяются *Inoceramus lamarcki* Parkinson, *In. lamarcki stuemckei* Heinz, *Inoceramus cf. hercules* Heinz. Находки этих видов приурочены к интервалам мелоподобных и особенно алевритистых мергелей. Сопоставляя с приведенными данными по ранее изученным разрезам (Первушов и др. 2019, Pervushov et al., 2021, in press) и материалами раскрывающими стратиграфию удаленных регионов Западной Европы, Украины, Северного Кавказа и Прикаспия, отметим, что описываемые интервалы следует отнести к верхнему турону - иноцерамовые зоны *perplexus/lamarcki* и *striatoconcentricus* Западно-Европейской шкалы (Walaszczyk, 1992, 2013; Walaszczyk et al., 2016) или лоны *lamarcki - costelatus - striatoconcentricus* зональной схемы верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы (Олферьев, Алексеев, 2003, 2005). В нижележащих интервалах раковины иноцерам встречаются реже, и они также принадлежат ламаркоидным формам. Не исключено что эти части разрезов относятся к верхам среднего турона. Следующей заметной группой являются представители *pachti/cardissoides*, которыми переполнены опоковидные мергеля пластующиеся выше «губкового» горизонта. По насыщенности и сохранности оба изученных разреза показывают удивительное сходство. Наиболее частыми являются *Sphenoceramus pachti* (Arkhangelski), реже *Sph. cardissoides* (Goldfuss), единичны находки *Sph. pachti cf. reticulus* Heinz. (определения по Архангельский и др., 1912; Seitz, 1965).

Стратиграфическая позиция этих иноцерам в Поволжье не вполне однозначна. Чаще всего они распространены выше «губкового» горизонта. В разрезах окрестностей г. Вольска первые находки *pachti/cardissoides* зафиксированы ниже губкового горизонта (Первушов и др., 2021а, б, в печати). Очевидно верхи коньякских - низы сантонских отложений в Поволжье размыты. Высказано мнение о гетерохронности «губкового» горизонта, считавшегося маркером подошвы сантона (Walaszczyk et al., 2018; Pervushov et al., 2019; Калякин, Первушов, 2020). Нижнесантонский возраст отложений с массой иноцерамов *pachti/cardissoides* устанавливается результатами определений комплекса бентосных фораминифер (фораминиферовая подзона LC8b).

Среди цефалопод присутствуют мономорфные и гетероморфные аммониты, наутилоидеи и белемниты. Из аммоноидей определены *Lewesiceras mantelli* Wright & Wright, *L. sp.* и *Vacuolitidae s.l.* к которым возможно относятся плохо сохранившиеся фрагмоконы *Sciponoceras bohemicum* (Fritsch). Находки представлены деформированными в разной степени, разновозрастными фрагмоконами и фрагментами жилых камер. На ранних оборотах левезицерасов сохранились элементы скульптуры. Из наутилид найдены деформированные фрагмоконы *Eutrephoceras cf. sublaevigatum* (d'Orbigny) и *Cumatoceras sp.* Аммониты и наутилиды отмечены находками очень крупных экземпляров диаметром до 570 мм - *Lewesiceras* и 380 мм - *Eutrephoceras*. Весь комплекс наружнораковинных характеризует верхний турон - аммонитовая зона *neptuni* Западной Европы (Kaplan et Kennedy, 2000; Kennedy et Gale, 2016; Wiese et al., 2020) или слои с фауной *Lewesiceras mantelli* Нижнего Поволжья (Сельцер, 2010).

Фауна белемнитов не отличается разнообразием. В нижней части карбонатных интервалов найдены плохо сохранившиеся *Praeactinocamax sp.* В разрезах Ахмат и Нижняя Студенка, в алевритистом мергеле с иноцеррами и аммонитами, найдены роостры *Goniosamax intermedius* Arkhangelsky и *Praeactinocamax planus* Makhlin. Из вышележащего «губкового» горизонта извлечен роостр по облику роостра и глубине альвеолы относящийся к ранним *Belemnitella*. В этом же слое и в вышележащих мергелях обоих разрезов присутствуют *Actinocamax verus cf. verus* Miller. Кроме того, имеется неинситуальная находка коньякского роостра *G. lundgreni* (Stolley) происходящего очевидно из основания «губкового» горизонта. Вид *G. intermedius* Arkhangelsky и *P. planus* Makhlin

является характерным для средне- и в основном верхнетуронских отложений (Košťák, 2014, 2012). В разрезе Нижняя Студенка представители рода *Actinocamax* имеют широкий стратиграфический диапазон распространения от основания турона по сантон включительно. Некоторые ростры встреченные в разрезах могут принадлежать как позднеконьякским *A. verus subfragilis* Naidin, так и раннесантонским *A. verus verus* Miller и *A. verus fragilis* Arkhangelsky. Подвидовые различия между ними выражены очень слабо и достоверно опознаются только в выборках (Naidin and Reyment, 1962).

Иглокожие представлены в основном морскими ежами четырех родов: *?Phymosoma*, *Conulus*, *Echinocorys* и *Micraster*, а также единичными находками отдельных табличек панцирей представителей отряда Cidaroida. В породах среднего-верхнего турона установлен один панцирь *?Phymosoma* sp. (разрез Нижняя Студенка), фрагментированные панцири *Echinocorys* sp., единичные отдельные таблички панцирей представителей отряда Cidaroida (разрез Ахмат). Из этого же местонахождения разреза происходят два членика морской лилии *Bourgueticrinus* sp. Представители этого рода характерны для разновозрастных отложений Западной Европы, Крыма, Кавказа, Мангышлака, Туркменистана. Последние исследования показали их широкое площадное распространение в породах турона – коньяка Поволжья (Калякин и др., 2018; Первушов и др., 2019; Pervushov et al., 2019). Обращает на себя внимание находка панциря правильного морского ежа, предположительно рода *Phymosoma* s.l. В пределах Русской плиты они малочисленны, и происходят в основном из более молодых маастрихтских отложений.

Из «губкового» горизонта происходят фрагментированные панцири *Conulus* sp., *Echinocorys* sp., а также *Micraster* cf. *cortestudinarium* (Goldfuss) – форма не характерная для сантонских отложений. Находки данного вида известны из «губкового» горизонта разрезов Пудовкино и Широкий Буерак, а также севернее, в разрезах меловых карьеров в окрестностях Вольска. Стратиграфический диапазон *M. cortestudinarium* (Goldfuss) охватывает верхнюю часть верхнего турона – средний коньяк (зоны LC5c – LC7 по бентосным фораминиферам или лоны по моллюскам *scupini / incertus - rotundatus - brongniarti - deformis / crassus - koeneni*) (Калякин, Первушов, 2020). Кроме того, *Micraster* cf. *cortestudinarium* (Goldfuss) найден на 1 м ниже подошвы «губкового» горизонта в разрезе у с. Мордово, что в 10 км севернее разреза Ахмат. За пределами региона эта форма характерна для верхнего турона Болгарии, верхнего турона – коньяка Англии (зона *M. cortestudinarium*), Копетдага, Донбасса, Северного Кавказа, нижнего коньяка (зоны *deformis deformis – crassus crassus*) Мангышлака, Польши (зоны *deformis erectus* и *walterdorfensis hannovrensis - crassus inconstans - deformis deformis / crassus crassus*), коньяка Франции, Германии и Северной Испании (Калякин, 2019). Полученные данные также свидетельствуют в пользу гетерохронности «губкового» горизонта.

Заметной особенностью изученных разрезов является охарактеризованность интервала «кардиссоидных» мергелей фауной морских ежей. В разрезе Ахмат из данного интервала происходят фрагменты панцирей *Echinocorys* sp. и один фрагмент неопределимого микроастерида, а в разрезе Нижняя Студенка установлено два панциря различных видов *Micraster*. Хотя рецентная сохранность образцов не позволяет провести определения до уровня вида, некоторые морфологические особенности (прямой стернальный шов, симметричные стернальные пластинки, узкий и вытянутый лабрум) указывают на принадлежность к позднеконьякским – раннекампанским видам, то есть формам моложе *M. cortestudinarium* (Goldfuss). В пределах Русской плиты это одно из немногих местонахождений морских ежей достоверно раннесантонского возраста. На данный момент, в разрабатываемой схеме верхнемеловых отложений Русской плиты по морским ежам для нижнего сантона отмечена лакуна, закрыть которую вероятно поможет изучение рассматриваемых Поволжских разрезов.

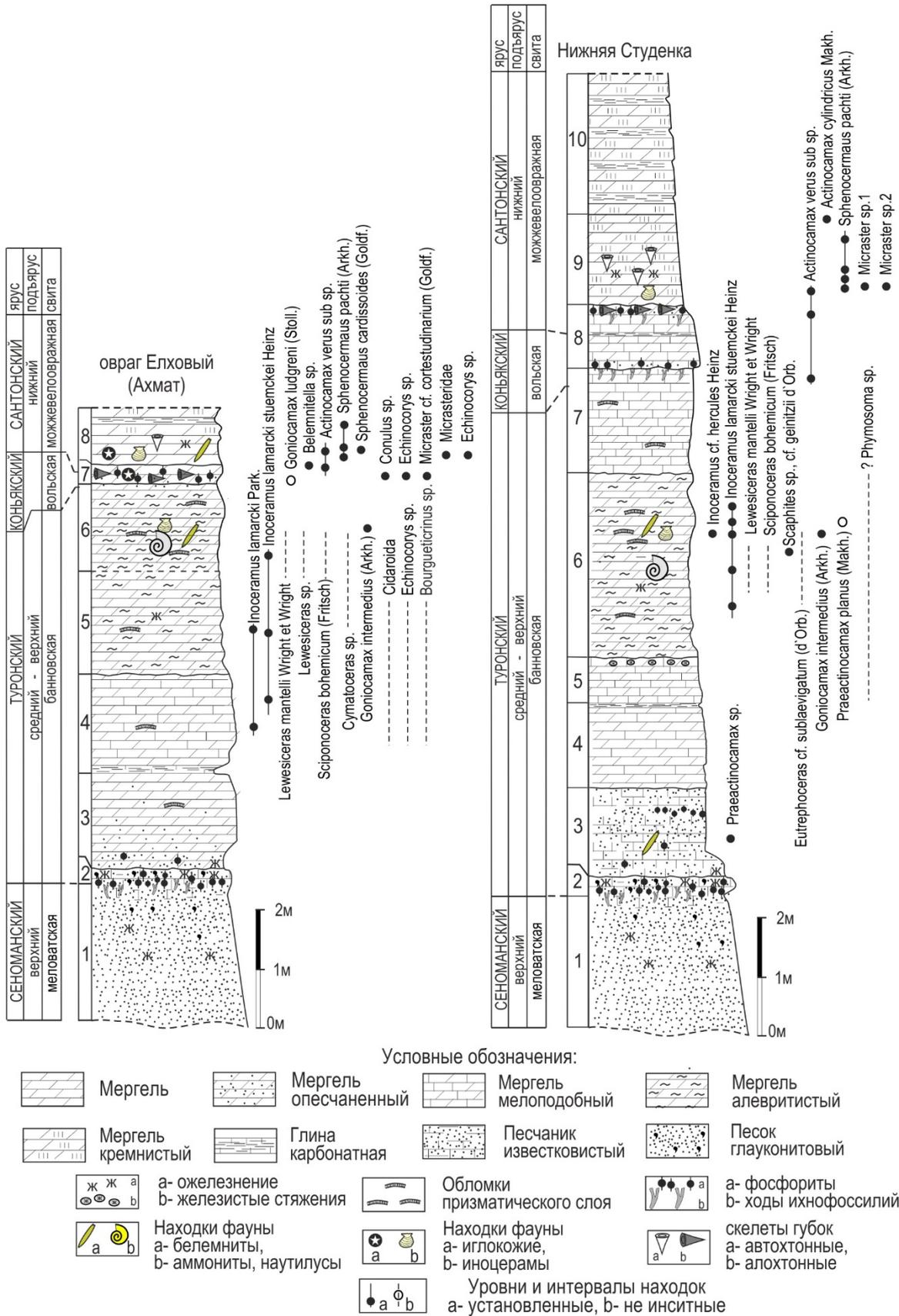


Рис. 1. Литолого-стратиграфическая колонка и распределение макрофауны в разрезах «Ахмат» и «Нижняя Студенка»

Таким образом, облик турон - раннесантонской фауны моллюсков и эхиноидей в обнажениях береговой полосы на участке Ахмат - Кондаково характеризуют два комплекса: познетуронский, ядром которого являются ламаркоидные иноцерамы с редкими аммонитами, белемнитами и эхиноидеями, а также раннесантонский, с основным звеном кардиссоидных иноцерам и дополненный белемнитами и эхиноидеями. Находки представителей коньякских белемнитов и морских ежей приурочены к «губковому» горизонту. Общий эскиз ископаемой фауны может быть дополнен разнообразными двустворками (остреиды, пектинида и спондилида), которые остались за рамками нашего исследования. Отметим также, что турон - раннесантонский интервал пород, обнаженный в береговой полосе южнее г. Саратова, вплоть до с. Щербаковка гораздо беднее охарактеризован фауной морских ежей, чем одновозрастные отложения, распространенные от г. Вольска и до г. Ульяновска.

Палео- и петромагнитные исследования

ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВЕРХНЕМУ МЕЛУ ГОРНОГО КРЫМА: АРГУМЕНТЫ В ПОЛЬЗУ СУЩЕСТВОВАНИЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭПОХИ АНОМАЛЬНОГО РЕЖИМА ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ТУРОНЕ-САНТОНЕ

Гужикова А.А., Гужиков А.Ю., Рябов И.П.

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

В ряде разрезов турона–сантона ЮЗ Крыма зафиксированы вариации характеристических компонент намагниченности (**ChRM**) аномально большой амплитуды, ориентационный или посториентационный генезис которых обоснован, в том числе, результатами теста складки.

Первоначально аномально большой разброс **ChRM** был зафиксирован в туронских–сантонских отложениях разреза Аксу-Дере [1, 2]. Однако однозначно связать его с особенностями режима позднемелового поля было нельзя из-за нехватки данных для надежного обоснования первичности намагниченности.

Доказательством того, что обнаруженные изменения **ChRM** фиксируют особенности поведения позднемелового геомагнитного поля, могло бы стать прослеживание аналогичных вариаций в разновозрастных отложениях других разрезов. В опробованных впоследствии разрезах турона–сантона ЮЗ Крыма – Кизил-Чигир (турон), Кудрино-2 (сантон) и Аксу-Дере-2 (коньяк–сантон) большой межпластовый разброс палеомагнитных направлений был обнаружен только в последнем [1]. Однако данные по маломощному (~ 2 м) обнажению Аксу-Дере-2 статистически не представительны и потому не являлись весомым аргументом в пользу существования аномального режима коньякского–сантонского поля. В то же время и высокие концентрации палеомагнитных направлений в туроне разреза Кизил-Чигир и сантоне разреза Кудрино-2 не опровергали этой гипотезы, поскольку в Кизил-Чигире представлены более древние туронские отложения, чем в Аксу-Дере [3], а в Кудрино-2 изучены преимущественно более молодые по сравнению с Аксу-Дере сантонские породы [2].

Ключевое значение для выяснения вопроса о природе вариаций палеомагнитных направлений имеют данные, полученные по сантону разреза горы Чуку. Согласно анализу бентосных фораминифер (БФ), проведенного И.П. Рябовым, верхняя часть изученного разреза, характеризующаяся высокой межпластовой кучностью **ChRM** (рис. 1а), относится к верхам сантона. Присутствие в нижней части разреза *Pseudovalvulineria stelligera* (Marie), *Stensioeina gracilis* (Brotz.), *S. perfecta* (Koch) и обновление комплекса вверх по разрезу за счет появления *Heterostomella praefoveolata* (Myatl.) соответствует последовательности комплексов БФ, выявленной в разрезе Кудрино-2 (слои БФК-1, 2), где также высока концентрация палеомагнитных векторов (рис. 1б) [2]. Следует отметить в разрезе Чуку также находки планктонных фораминифер (ПФ) *Sigalia carpathica* (Salaj & Samuel), *S. decoratissima* (de Klasz), характерных для верхней части зоны *Dicarinella asymetrica* [4], охватывающей самую верхнюю часть сантонского яруса – это может указывать на присутствие здесь еще более молодых отложений, чем в Кудрино-2, где данные ПФ установлены не были. В, предположительно, более древних верхнесантонских отложениях разреза Чуку, верхи которых можно сопоставить с верхним сантоном разреза Аксу-Дере (слои БФАД-4), зафиксированы вариации **ChRM**, очень похожие на те, которые выявлены в туроне–сантоне Аксу-Дере (рис. 1в, г).

Значительные варианты элементов залегания пластов в разрезе Чуку создают благоприятные предпосылки для использования теста складки при анализе палеомагнитных направлений. Результаты тестирования указывают в основном на послескладчатый возраст намагниченности, на первый взгляд, исключаящий ее

первичность. Однако разнообразие элементов залегания в данном разрезе связано преимущественно со складками подводного оползания, возникшими в результате смещения нелитифицированных слоев осадка по пологому склону морского дна. Если для перевода направлений **ChRM** из географической (современной) системы координат в стратиграфическую (древнюю) использовать в разных частях разреза усредненные элементы залегания слоев, обусловленных собственно тектоническим наклоном, то тест складки положителен (рис. 2а, б). Следовательно, возраст намагниченности не может быть моложе стадии диагенеза, а учитывая небольшую продолжительность последней (порядка тысяч или десятков тысяч лет), по сравнению с сантонским возрастом (~ 85 млн. лет), обоснование диагенетического (посториентационного) генезиса намагниченности тождественно доказательству ее первичности.

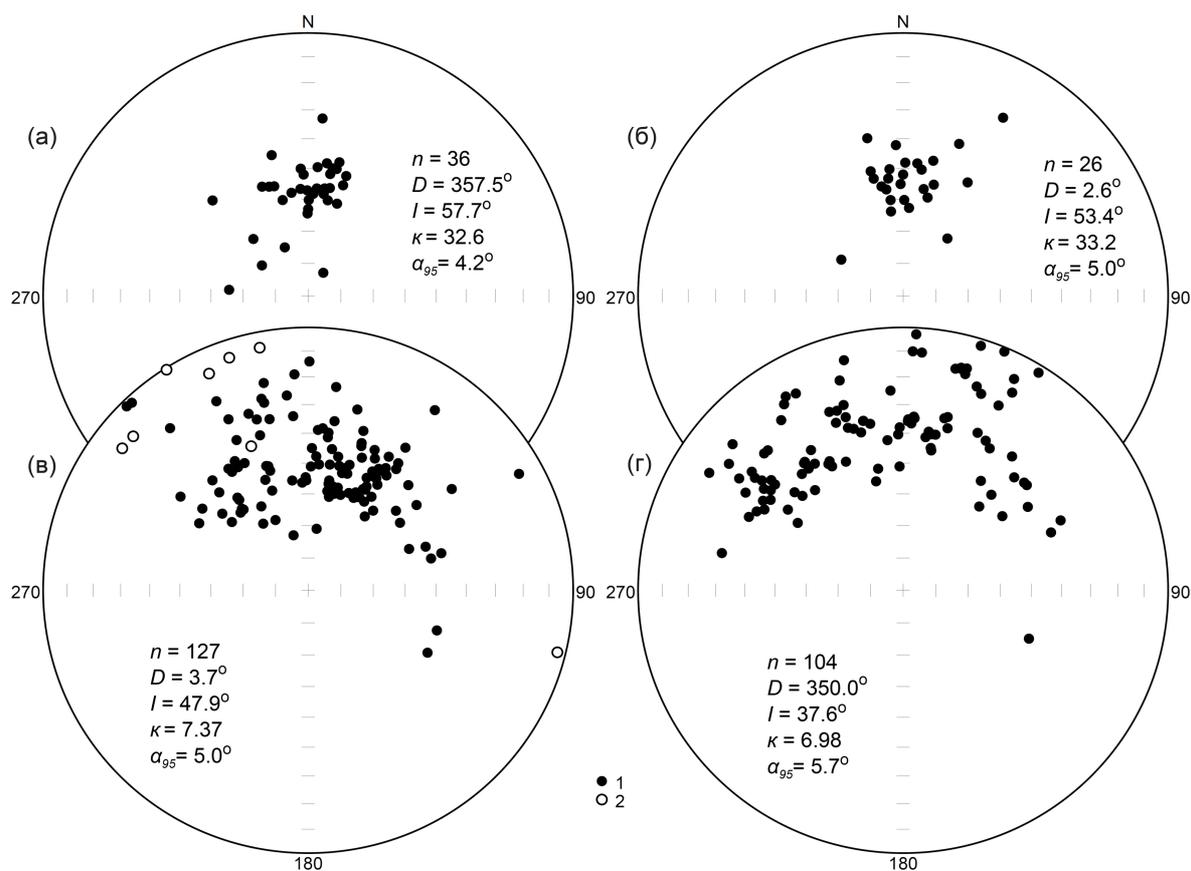


Рис. 1. Стереографические проекции **ChRM** в стратиграфической системе координат: (а, б) – по верхам верхнего сантона в разрезах Чуку (обнажение 3175) и Кудрино-2 соответственно, (в) – по сантону разреза Чуку (обнажения 3177-1 и 3177-2), исключая верхи яруса, (г) – верхнему турону – сантону разреза Аксу-Дере (г). Условные обозначения: 1, 2 – проекции **ChRM** на нижнюю и верхнюю полусферы соответственно. n – количество образцов, D , I – среднее палеомагнитное склонение и наклонение соответственно, κ – межпластовая кучность, α_{95} – радиус круга доверия среднего палеомагнитного вектора.

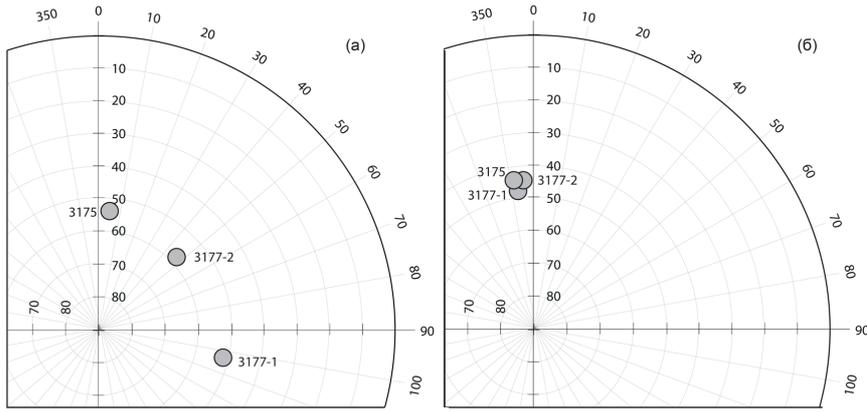


Рис. 2. Средние направления **ChRM** по разным частям разреза сантона горы Чуку в географической (а) и стратиграфической (б) системах координат. Цифры около проекций **ChRM** – номера обнажений.

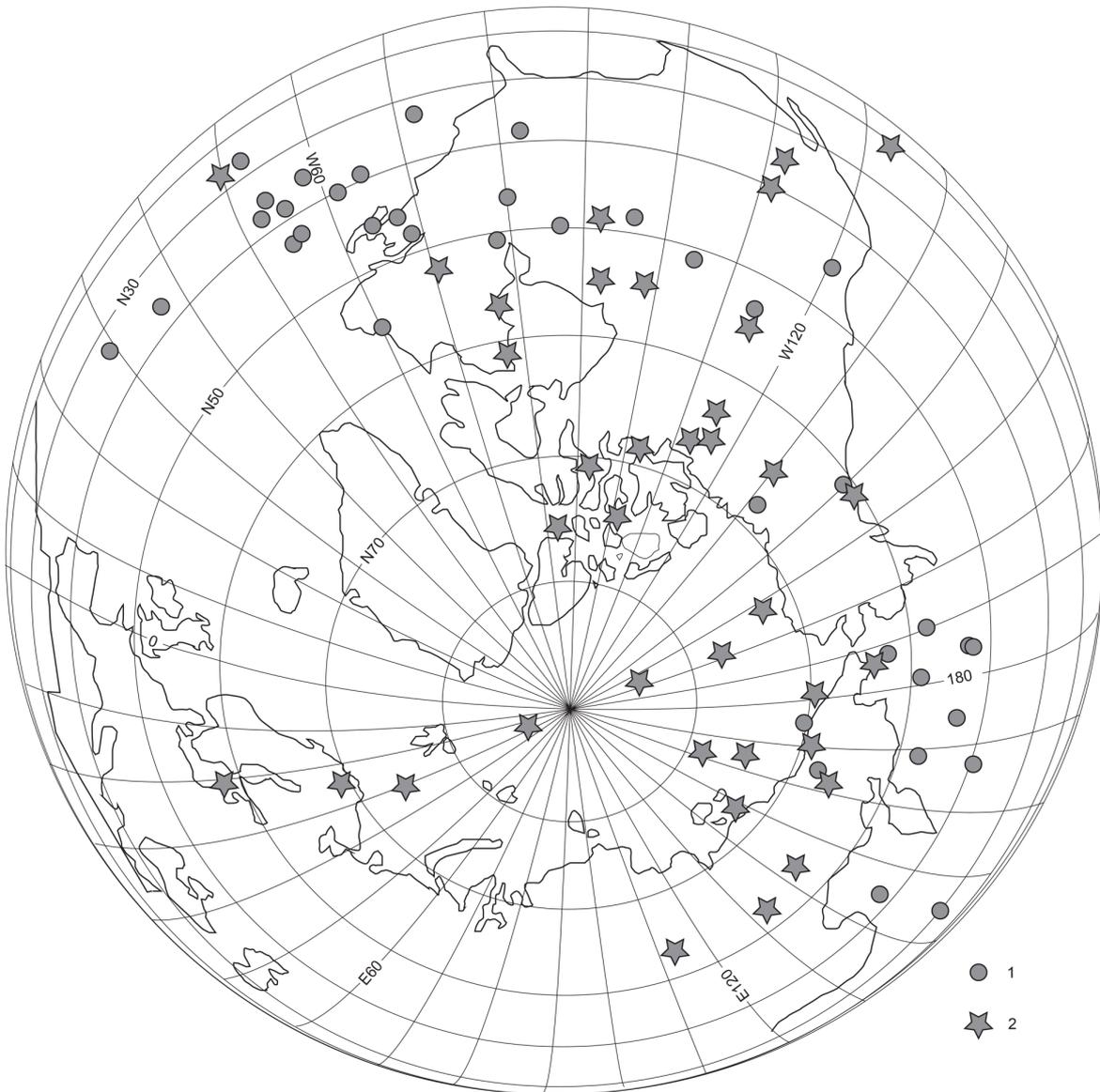


Рис. 3. Положения палеомагнитных полюсов, пересчитанных из **ChRM** по верхнему турону – сантону разреза Аксу-Дере (1) и сантону разреза Чуку (2).

Таким образом, полученные данные можно интерпретировать как запись аномального поведения древнего геомагнитного поля (рис. 3) на протяжении, по крайней мере, нескольких миллионов лет, соответствующих временному интервалу от рубежа турона–коньяка до конца сантонского века (~ от 90 до 84 млн. лет) [5].

Исследования выполнены по гранту РНФ (проект № 20-77-00028) “Проверка гипотезы о существовании эпох обратной полярности в туронском, коньякском и сантонском веках (поздний мел)”. Авторы благодарны А.О. Сафоновой и Д.А. Агибалову за помощь в лабораторных измерениях образцов, а также П.А. Прошиной за помощь в определении планктонных фораминифер.

Список литературы

1 Гужиков А.Ю., Федулеев Д.В. Палеомагнетизм коньякских–сантонских отложений ЮЗ Крыма // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород. Материалы XXV юбилейной Всероссийской школы-семинара, Москва-Борок, 25–29 сент. 2019 г. / РАН, Институт физики Земли, Геофизическая обсерватория «Борок»; отв. ред. В. П. Щербаков. – Москва; Ярославль: Филигрань, 2019. С. 103-108.

2 Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю., Александрова Г.Н., Рябов И.П., Устинова М.А., Копаевич Л.Ф., Миранцев Г.В., Кузнецов А.Б., Фокин П.А., Косоруков В.Л. Био-, хемо- и магнитостратиграфия пограничного интервала сантона–кампана разрезов Кудрино и Аксу-Дере (Юго-Западный Крым): проблемы глобальной корреляции и выбора лимитотипа нижней границы кампанского яруса. Статья 2. Магнито- и хемотратиграфия, обсуждение данных // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2021. Т. 29. № 5. С. 27-58.

3 Гужикова А.А., Рябов И.П., Копаевич Л.Ф. Новые палеомагнитные и микрофаунистические данные по турону–сантону разреза Аксу-Дере (ЮЗ Крым) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы 10-го Всероссийского совещания, г. Магадан, 20–25 сент. 2020 г. / под ред. Е.Ю. Барабошкина, А.Ю. Гужикова. Магадан: ОАО «МАОБТИ», 2020. С. 81-84.

4 Coccioni R., Premoli Silva I. Revised Upper Albian – Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy) // Newsletters on Stratigraphy. 2015. Vol. 48/1. P. 47-90.

5 Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.B., Ogg G.M. Geologic Time Scale 2020. – Elsevier. 2020. 1268 p.

РАЗРЕЗ СПЛАВНУХА: МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ИНТЕРВАЛУ ТУРОН-САНТОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (КРАСНОАРМЕЙСКИЙ РАЙОН САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Гужикова А.А., Фомин В.А., Рябов И.П., Первушов Е.М.

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

Настоящая работа является продолжением комплексных стратиграфических исследований турона–сантона Поволжья, проводимых геологами Саратовского университета [1]. В разрезе Сплавнуха, расположенном ~ в 2 км к северу от одноименного села, в придорожном овраге на песках верхнего сеномана (меловатская свита) залегают мергели турона–коньяка (губкинский горизонт) и кремнисто-карбонатные отложения нижнего сантона (можжевелоовражная свита). В подошве губкинского горизонта находится слой фосфоритов, а подошва можжевелоовражной

свиты маркируется песчаником со скелетами губок. Слои полого падают на юго-запад (азимут падения – 208° , угол падения – 3°). Описание разреза выполнено Е.М. Первушовым. Определения бентосных фораминифер (БФ) получены И.П. Рябовым по итогам отмывки 33 образцов, отобранных через 0,5 м, на основе которых в рассматриваемом интервале выделены биозоны/подзоны (рис. 1). В результате исследований, проведенных А.А. Гужиковой и В.А. Фоминым, разрез Сплавнуха впервые получил петромагнитную и палеомагнитную характеристику. В туронских–сантонских отложениях, общей видимой мощностью ~ 18 м, взяты ориентированные штуфы для палеомагнитного и петромагнитного анализов с 41 уровня (через каждые 0.4–0.5 м). Между ними дополнительно отобраны неориентированные образцы, предназначенные только для петромагнитных определений. В общей сложности, детально магнитостратиграфическому опробованию подверглись 82 уровня (через каждые 0.2–0.25 м) (рис. 1).

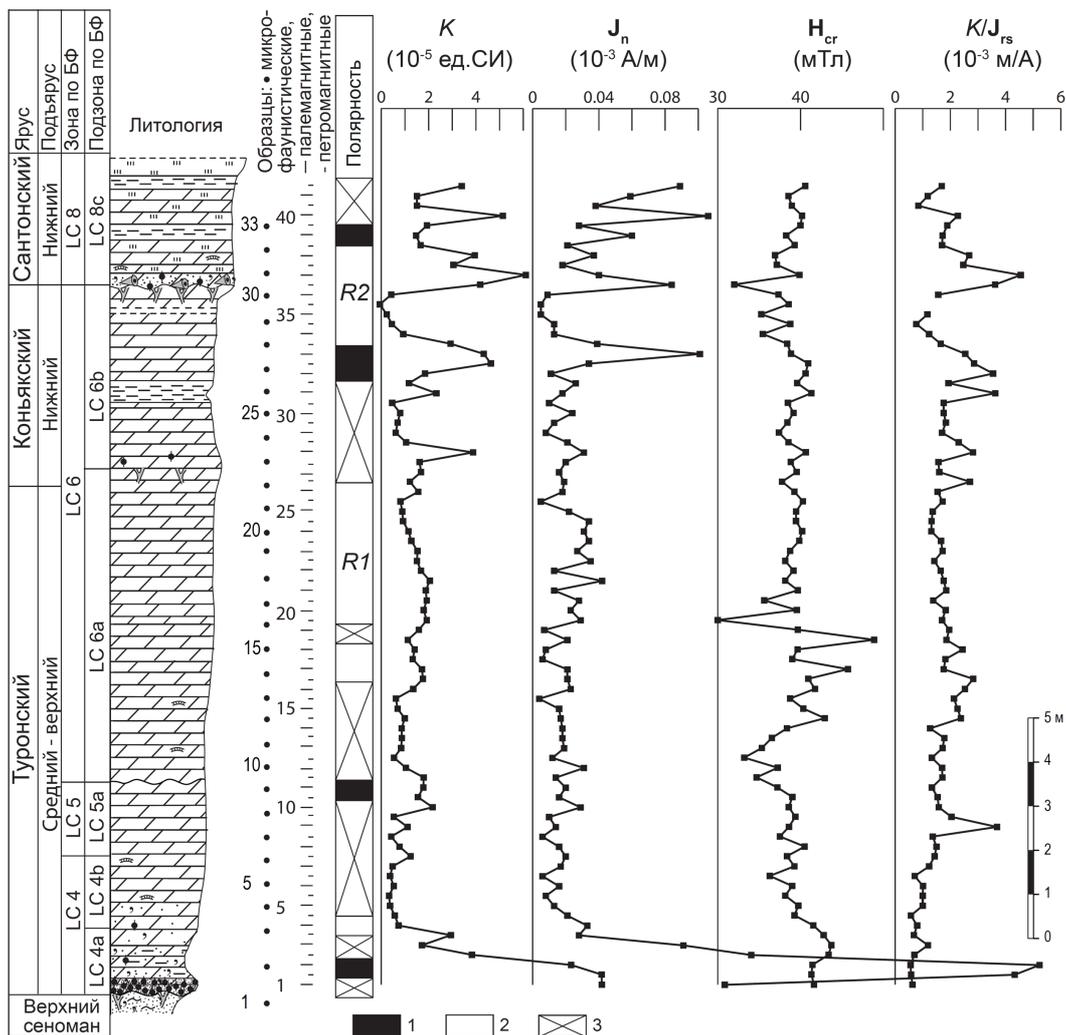


Рис. 1. Магнитостратиграфический разреза турона–сантона Сплавнуха
Условные обозначения: 1, 2 – прямая и обратная геомагнитная полярность соответственно, 3 – отсутствие данных о полярности.

Изученные породы слабомагнитны (за исключением основания губкинского горизонта), тем не менее, разрез хорошо дифференцирован по ряду петромагнитных параметров (рис. 1). Вариации магнитной восприимчивости (K), естественной остаточной намагниченности (J_n), остаточной коэрцитивной силы (H_{cr}) и параметра K/J_{rs}

(где J_{rs} – остаточная намагниченность насыщения) способствуют дополнительному расчленению и корреляции туронских–коньякских отложений, а уровни наиболее резких изменений магнитных свойств, в случае их латеральной устойчивости, могут быть использованы для обоснования границ местных стратиграфических подразделений.

Судя по магнитомягкой фазе, свойственной почти всем образцам, главным носителем намагниченности в исследуемых отложениях является магнетит. Однако его концентрации настолько малы, что в процессе температурного размагничивания J_n падает до величин, сопоставимых с пороговой чувствительностью спин-магнитометра JR-6 ($< 0.01 \cdot 10^{-3}$ А/м), уже после нагрева до 150-200°C. К магнитным чисткам переменным полем породы, в целом, более устойчивы. Примерно в половине изученных образцов, надежно измеряемые величины J_n сохраняются при воздействии полей 40-60 мТл, что позволяет выполнить компонентный анализ и выделить характеристические компоненты намагниченности (**ChRM**) (рис. 2). Результаты магнитных чисток, несмотря на плохое качество, образуют две кардинально различные группы. В одной группе проекции J_n концентрируются в северных румбах нижней полусферы, в другой – в южном секторе верхней полусферы (рис. 2), что типично для палеомагнитных направлений, обусловленных нормальной (прямой) и обратной геомагнитной полярностью соответственно.

Для построения палеомагнитной колонки разреза Сплавнуха использованы только те уровни, на которых выделены **ChRM**, а результаты разных видов чисток не противоречат друг другу (рис. 2). Полученные данные позволяют наметить две магнитозоны обратной полярности: *R1* – в верхах турона – низах коньяка (подзона LC6a по БФ) и *R2* – в верхах коньяка – низах сантона (подзоны LC6b и LC8c), (рис. 1). Другие интервалы прямой или обратной полярности обоснованы образцами менее чем с 3 уровней, поэтому ни одному из них не может быть присвоен ранг магнитозоны.

Палеомагнитная колонка разреза Сплавнуха, невзирая на свою фрагментарность, сопоставлена со сводным магнитостратиграфическим разрезом турона–сантона Нижнего и Среднего Поволжья, базирующегося на данных по 12 опорным разрезам [2] (рис. 3). Магнитозона *R1* является аналогом зоны преимущественно обратной (аномальной) полярности Nr_{a1} , выделенной в Волгоградском Правобережье в пределах подзоны LC6a в разрезах Каменный Брод, Мирошники и Меловатка (в последнем магнитозона Nr_{a1} охватывает также верхи подзоны LC5c и низы подзоны LC6b). Учитывая перерыв на границе коньяка и сантона в разрезе Сплавнуха, верхи магнитозоны *R2* следует коррелировать с зоной преимущественно обратной (аномальной) полярности Nr_{a2} , прослеженной в нижнем сантоне разрезов Озерки-1, -2, -3, Липовка, Коммунар (Саратовское Правобережье) и Новодевичье, Подвалье (Самарское Правобережье). Нижняя часть *R2*, возможно, соответствует одному из интервалов обратной полярности в пределах зоны Nr_{n2} . Не исключено, что интервал обратной полярности на границе подзон LC4a и LC4b в разрезе Сплавнуха отвечает туронской зоне обратной полярности *Rt*, зафиксированной в зоне LC4 на территориях Волгоградского и Саратовского Правобережья (разрезы Мирошники, Меловатка, Большой Каменный овраг и Озерки-1, -2, -3 соответственно).

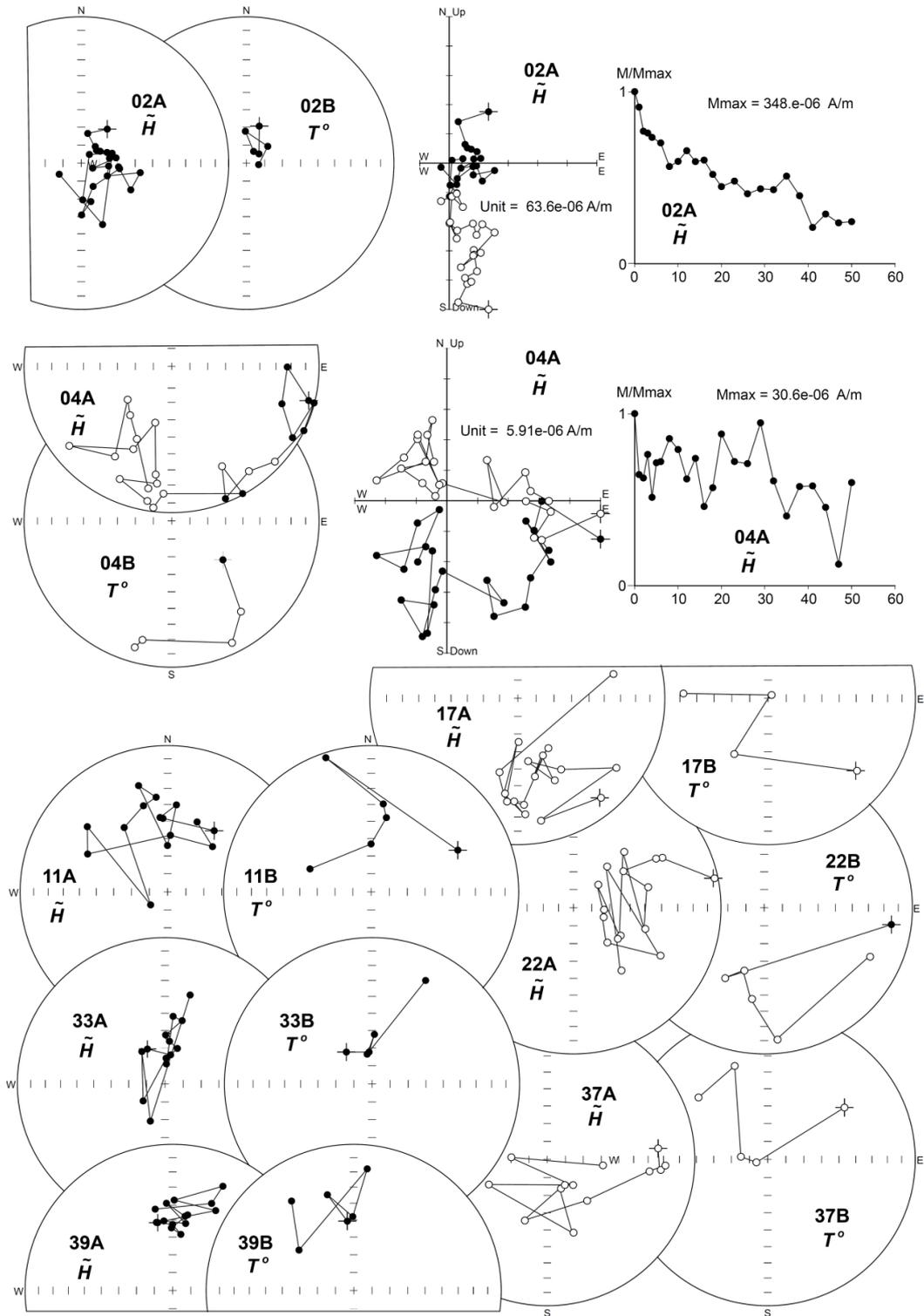


Рис. 2. Результаты компонентного анализа образцов из разреза Спланвуха в стратиграфической системе координат.

Черные кружки – проекции векторов на нижнюю полусферу (на стереопроециях) и горизонтальную плоскость (на диаграммах Зийдверельда), белые кружки – на верхнюю полусферу и вертикальную плоскость соответственно. \tilde{H} и T° – магнитные чистки переменным магнитным полем и температурой соответственно.

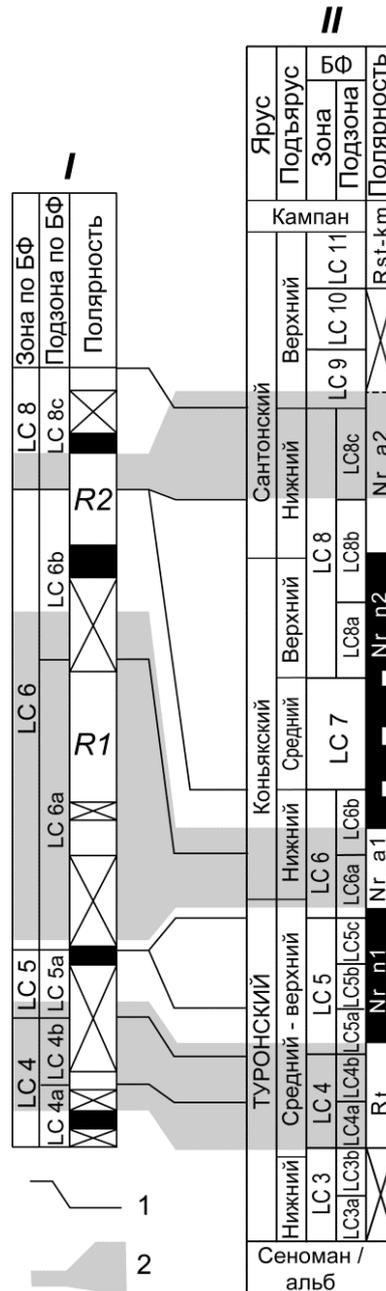


Рис. 3. Сопоставление палеомагнитной колонки разреза Сплавнуха (I) со сводным магнитостратиграфическим разрезом турона–сантона Поволжья (II) [2].
Условные обозначения: 1 – корреляция границ зон и подзон по БФ, 2 – предполагаемая палеомагнитная корреляция.

Исследования выполнены по гранту РНФ (проект № 20-77-00028) “Проверка гипотезы о существовании эпох обратной полярности в туронском, коньякском и сантонском веках (поздний мел)”, анализ бентосных фораминифер проведен при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90077/20 “Бентосные фораминиферы, как ключевой фактор детального расчленения и стратиграфической корреляции турон-коньякских отложений Поволжья”.

Список литературы

1 Первушов Е.М., Рябов И.П., Гужиков А.Ю., Сельцер В.Б., Калякин Е.А., Гужикова А.А., Ильинский Е.И., Худяков Д.В., Фомин В.А. Предварительные итоги комплексных

стратиграфических исследований губкинского горизонта (турон–коньяк Поволжья) // Настоящий сборник.

2 Гужикова А.А., Рябов И.П., Грищенко В.А., Фомин В.А., Гужиков А.Ю., Первушов Е.М. Магнитостратиграфия турона–сантона Нижнего и Среднего Поволжья // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов: Материалы науч. онлайн-сессии, 19–22 апреля 2021 г. [электронный ресурс] / Под ред. Н.К. Лебедевой, А.А. Горячевой, О.С. Дзюба, Б.Н. Шурыгина. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2021. С. 54-58

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ПАЛЕОЦЕНУ ЮГА САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

Шелепов Д.А., Гужиков А.Ю.

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

Палеоценовые отложения, широко распространенные на территории Саратовского Правобережья, до сих пор не изучены в палеомагнитном отношении, несмотря на актуальность палеомагнитных данных для геологии Поволжья, в том числе для разработки региональной стратиграфической схемы палеогена. Например, магнитостратиграфические материалы имеют ключевое значение для решения проблемы возраста сызранской свиты, которая ранее относилась к зеландскому ярусу, но в последней версии унифицированной схемы палеогеновых отложений Поволжско-Прикаспийского субрегиона [1] сопоставляется своей большей частью (нижнесызранской подсвитой) с датским ярусом.

Одна из главных причин отсутствия палеомагнитной информации по палеоцену Саратовской области и Поволжья в целом заключается в малых величинах естественной остаточной намагниченности (J_n), свойственной силицитам (опокам, опокovidным глинам и песчаникам на кремнистом цементе), кварцевым пескам, слагающим сызранский и камышинский горизонты. Результатом единственной известной авторам попытки магнитостратиграфического изучения палеоцена Поволжья, предпринятой А.Б. Богачкиным, стало получение сведений о петромагнитной характеристике свиты Белогродни и нижнесызранской подсвиты на севере Саратовского Правобережья [2]. Палеомагнитных данных по этим отложениям получить не удалось.

В 2021 году авторами проведено рекогносцировочное палео- и петромагнитное опробование трех разрезов нижнесызранской подсвиты в окрестностях с. Нижняя Банновка Красноармейского района: «Елшанка» (близ одноименного села, ~ в 11 км к востоку от с. Н. Банновка), «Поворот» (~ в 8.5 км западнее с. Н. Банновка) и гора Сырт (~ в 2 км южнее с. Н. Банновка) (рис. 1). На горе Сырт палеоценовые опоки и опокovidные глины (нижнесызранская подсвита), видимой мощностью 5 м, залегают непосредственно на неровной, местами карманообразной поверхности верхнемаастрихтских глинистых алевроитов (николаевская свита) малой мощности (~ 1 м) [3]. В разрезах Поворот и Елшанка глинисто-алеврито-песчанистые породы николаевской свиты, мощность которых значительно возрастает (видимая мощность достигает 5 м и 7 м соответственно), перекрываются плотным кварцево-глауконитовым песчаником на кремнистом цементе (мощностью 0.2–0.3 м), на котором залегают опоки и опокovidные глины нижнесызранской подсвиты (видимой мощностью 3.5 м и 2 м соответственно). Залегание слоев во всех разрезах субгоризонтальное.

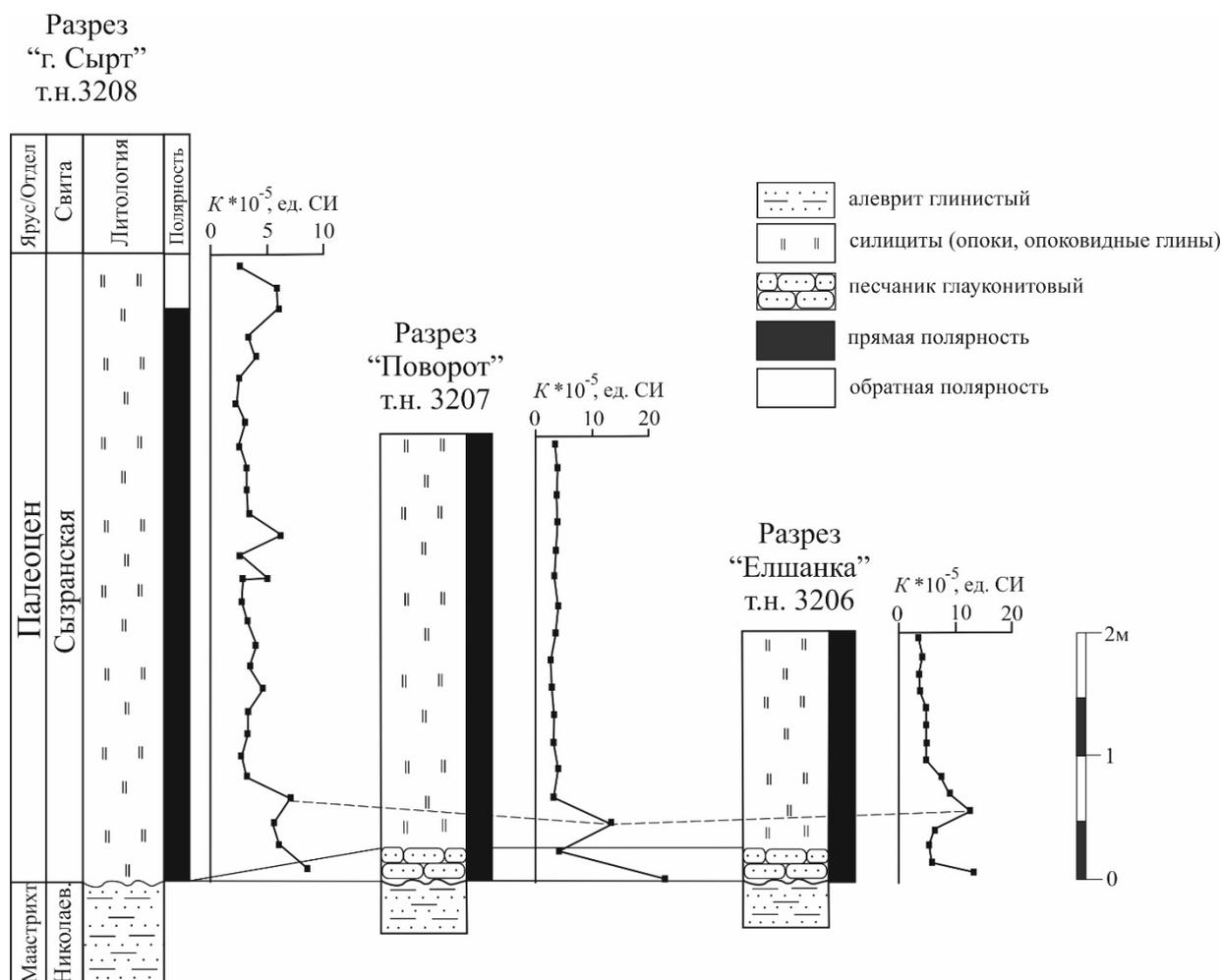


Рис. 1. Результаты палео- и петромагнитных исследований разрезов «Сырт», «Поворот», «Елшанка».

Уровни, на которых отбирались ориентированные штуфы, располагались в разрезах с интервалом 0.5–0.7 м. Между ними брались неориентированные образцы и, таким образом, шаг магнитостратиграфического опробования составил 0.25 м, а общее количество опробованных уровней составляет 85. По системе «образец в образец» в каждом разрезе отобраны пробы для микропалеонтологических (фораминиферы, диноцисты, наннопланктон) исследований и литолого-минералогических анализов. В лаборатории у всех (как ориентированных, так и неориентированных) образцов изучался широкий спектр петромагнитных характеристик: магнитная восприимчивость (K) до и после нагрева пород, гистерезисные параметры и другие. Ориентированные образцы, кроме того, были подвергнуты палеомагнитным исследованиям и измерениям анизотропии магнитной восприимчивости (АМВ).

Магнито-минералогические исследования выявили во всех образцах только магнитомягкую фазу (магнитное насыщение происходит в полях от 200–300 мТл, а разрушение при 30–40 мТл), свойственную тонкодисперсному магнетиту. Результаты термомагнитного анализа не противоречат предположению о том, что главным носителем намагниченности в исследуемых породах является Fe_3O_4 .

Вариации петромагнитных параметров в изученных разрезах достаточно выразительны для их использования в стратиграфических целях – детального расчленения и корреляции разрезов (рис. 1).

Распределения осей АМВ в исследуемых породах (за исключением глауконитовых песчаников в разрезах Поворот и Елшанка) близки к первичной осадочной магнитной текстуре пород, формировавшихся в спокойной гидродинамической обстановке, что является благоприятной предпосылкой для проведения палеомагнитных исследований.

По результатам компонентного анализа результатов магнитных чисток переменным магнитным полем (до 30–60 мТл, с шагом от 2 до 5 мТл) выделены компоненты намагниченности либо характеристические (**ChRM**) (рис. 2а), либо, в большинстве случаев, «стабильные» (**J_{st}**). У **J_{st}**, в отличие от **ChRM**, аппроксимирующие компоненту прямолинейные отрезки на диаграммах Зийдервельда не сходятся в центре координат (рис. 2б, в). Среди изученных разрезов наиболее благополучным в палеомагнитном отношении оказался Сырт, а наименее – Елшанка.

J_{st}, скорее всего, представляют собой стабилизированную векторную сумму первичной компоненты **J_n**, связанной с Fe₃O₄, и вторичной жесткой компоненты намагниченности, обусловленной гидроокислами железа – продуктами окисления магнетитовых зерен при гипергенезе. Доля жестких ферромагнетиков в исследуемых породах мала, поскольку они практически не проявляются на кривых магнитного насыщения. Однако связанная с ними намагниченность способна существенно исказить палеомагнитный вектор, если направления первичной и вторичной компонент **J_n** противоположны. В случае коллинеарности этих компонент наличие жесткой составляющей практически не влияет на палеомагнитное направление.

Направления **ChRM** соответствуют нормальной полярности геомагнитного поля и статистически неотличимы от направлений, пересчитанных для района исследований из координат стандартных палеомагнитных полюсов стабильной Европы палеоценового возраста (55-65 млн. лет) [4]. Это обстоятельство хорошо согласуется с предположением о первичности **ChRM**. Породы подвергались гипергенным процессам в эпоху нормальной полярности Брюнес. Поэтому можно предположить, что образцы с **J_{st}**, близкой к **ChRM**, содержат первичную компоненту **J_n**, отвечающую нормальной полярности, а в тех случаях, когда **J_{st}** сильно отличается от **ChRM**, породы содержат первичную компоненту **J_n**, соответствующую обратной полярности. Исходя из этого предположения, были построены палеомагнитные колонки разрезов, состоящие преимущественно из магнитозон прямой полярности.

В Шкале геомагнитной полярности [5] палеоцен, за исключением первой половины датского века, характеризуется в основном обратной полярностью. С этой точки зрения магнитозоны прямой полярности в палеоцене Саратовского Правобережья могут быть аналогами хронов C29n и/или C28n. Однако на данном этапе исследований нельзя исключить и другие варианты интерпретации, связанные, например, с высокой скоростью кремневого осадконакопления, в силу которого магнитозоны прямой полярности могут оказаться аналогами кратковременного хрона C27n.

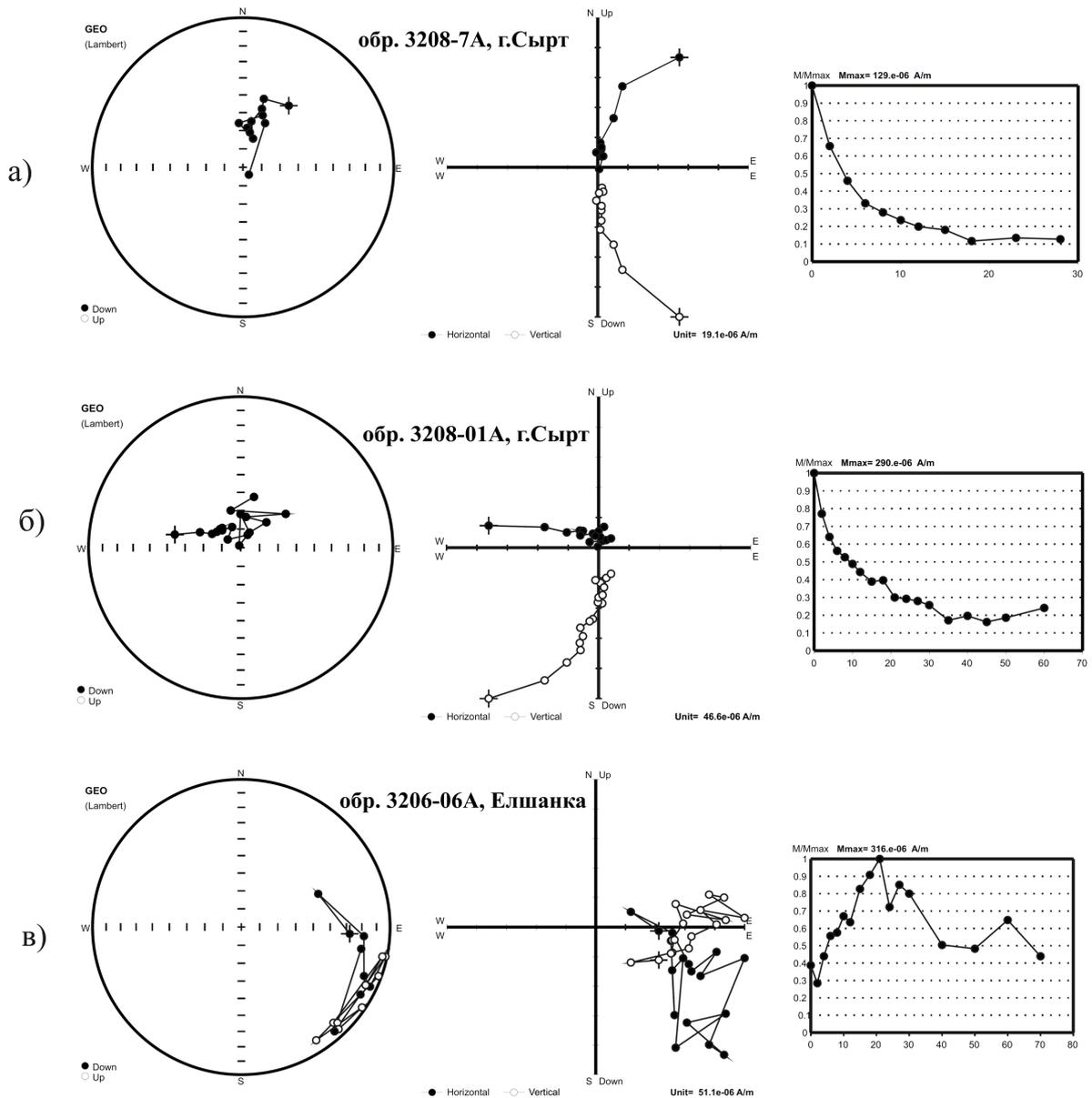


Рис. 2. Результаты компонентного анализа в географической системе координат слева направо: стереопроекции изменений J_n в ходе магнитных чисток, диаграммы Зийдervельда, кривые размагничивания переменным полем. Черные кружки – проекции векторов на нижнюю полусферу (на стереопроекциях) и горизонтальную плоскость (на диаграммах Зийдervельда), белые кружки – на верхнюю полусферу и вертикальную плоскость соответственно.

Главным результатом выполненных работ следует считать демонстрацию возможности получения палеомагнитных данных по палеоцену Саратовского Поволжья. В ближайшей перспективе планируется получение микропалеонтологических данных по изученным разрезам и продолжение магнитостратиграфических исследований палеоцена на севере Саратовского Правобережья и в районе г. Саратова.

Список литературы

1 Унифицированная стратиграфическая схема палеогеновых отложений Поволжско-Прикаспийского субрегиона / ред.: М.А. Ахметьев, С.М. Шик, А.С. Алексеев; сост.: Г.Н.

Александрова, М.А. Ахметьев, В.Н. Беньямовский и др. // Москва: ФГУП «ВНИГНИ», 2015, 96 с.

2 *Гужиков А.Ю., Барабошкин Е. Ю., Беньямовский В.Н., Вишневская В.С., Копаевич Л.Ф., Первушов Е.М., Гужикова А.А. Новые био- и магнитостратиграфические данные по кампанским–маастрихтским отложениям классического разреза Нижняя Банновка (юг Саратовского Правобережья) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Том 25, № 1. 2017. С. 24–61.*

3 *Gabdullin R.R., Guzhikov A.J., Bogachkin A.B., Bondarenko N.A., Lubimova T.V., Widrik A.B. Periodites below and above the K/T boundary // Bull, de l'Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre, 69-suppl. 1999. P.87-101.*

4 *Besse J., Courtillot V. Apparent and true polar wander and the geometry of the geomagnetic field over the last 200 Myr // J. Geophys. Res. 2002. V. 107. № 11. P. 1–31.*

5 *Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.B., Ogg G. M. Geologic Time Scale 2020. – Elsevier. 2020. 1268 p.*

Информационные технологии в науках о Земле

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТРЕХМЕРНОЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА

Антонов К.М., Скрыбина А.С., Солдаткин С.И.
Саратовский филиал ООО «Газпром проектирование»

Безопасная и надежная эксплуатация трубопроводных эстакад и других сооружений капитального строительства в значительной степени зависит от решений, принимаемых проектировщиками при обосновании параметров опор и фундаментов в существующих инженерно-геологических условиях строительства. При принятом подходе к подготовке инженерно-геологической информации для проектирования складываются условия для роста рисков принятия проектировщиком некорректного решения из-за недостаточности или некорректности исходной инженерно-геологической информации для проектирования.

Как показывает многолетний опыт проектирования объектов обустройства месторождений достаточное внимание должно быть уделено прочностным и деформационным свойствам геологической среды, в которой размещаются проектируемые элементы обустройства, составляющие с ней единую техногенную систему. Прогноз поведения этой системы является одним из важных факторов обеспечения надежной эксплуатации объектов в перспективе. Наиболее информативным для прогнозирования трансформации этой системы является представление инженерно-геологической информации в виде цифровой модели.

Традиционно инженерно-геологическая информация представляется в двумерном графическом формате – в виде инженерно-геологических разрезов, построенных по выбранным скважинам на основании визуальных описаний грунтов и интерпретированных результатов лабораторных исследований образцов отобранных в инженерно-геологических скважинах. Существенными недостатками такого подхода является линейная интерполяция на межскважинных расстояниях, не позволяющая получить наиболее достоверную картину распространения типов грунтов по площади и разрезу.

В настоящее время в геологии широко используется целый ряд программных продуктов позволяющих представлять геологическую среду в виде трехмерных моделей. В данной работе показана возможность использования геологического симулятора при построении инженерно-геологической модели распространения грунтов при проектировании свай трубопроводных эстакад. Модель построена на основании результатов топографической съемки рельефа, выделенных инженерно-геологических элементов и интерпретированных результатах лабораторных исследований. Распространение различных типов грунтов в пределах моделируемой области было получено с применением алгоритма фациального моделирования методом «индикаторы» в пределах структурных элементов.

Полученный в результате моделирования куб распространения фаций был экспортирован в ПО проектировщика. Полученная интегрированная информационная модель позволяет оптимизировать рабочий процесс проектировщика, давая постоянный доступ к инженерно-геологической информации в необходимом объеме и интуитивно понятном виде.

Новизна описанного подхода к подготовке исходной инженерно-геологической информации для проектирования обустройства месторождений и объектов магистральных газопроводов заключается в отсутствии практики учета инженерно-геологической информации в цифровом виде при создании цифровых информационных моделей зданий и сооружений. Построение и сопровождение цифровой инженерно-геологической модели объекта проектирования имеет ряд преимуществ:

- полный учет исходных данных (в том числе дискретных параметров грунтов),
- использование современных геологических алгоритмов,
- оперативный учет вновь поступающей инженерно-геологической информации,
- возможность интегрирования в ПО проектировщика.

МНОГОЭТАПНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Волкова Е.Н.¹, Пчелинцева Ю.В.²

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

²Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы "Образовательный центр "Протон"

Современное определение цифровых технологий подразумевает приёмы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных. В геофизике цифровая трансформация существует с начала существования этой области геологоразведки. Однако на заре разведочной геофизики были получены данные, по которым построены карты только в бумажном варианте. Учитывая интегральный характер потенциальных полей, возникла необходимость дифференциации итоговых значений аномалий с целью выявления аномалеобразующих геологических факторов исследуемых разрезов и надобность хранения объемной информации в задачах геолого-геофизического моделирования, т.к. цифровая карта—это цифровая картографическая модель, содержание которой соответствует содержанию карты определенного вида и масштаба.

Работа по оцифровке карт магнитного поля Саратовской области состояла из двух задач: во-первых, создание векторных карт для визуализации на экране компьютера и для воспроизведения на бумажном носителе; второй задачей являлось получение табличных данных для проведения расчётов.

Проведенные работы можно подразделить на несколько этапов [1]:

- ретуширование сканов
- векторизация карт
- оцифровка каждого листа карты
- составление векторных карт по пакетам;
- оцифровка итоговых карт.

Исходными материалами для работы явились сканы 107 карт, разделённых на 4 пакета: 27 карт в 1 пакете, 29 карт - во 2-м пакете, 23 карты в 3-м пакете, 28 карт в 4 -м пакете.

Метод квантованных отображений (МКО), предложенный Инжеваткиным В.М. и опубликованный в статье «Квантованные карты: основные положения» [2] был использован при проведении третьего этапа - оцифровки. Была разработана программа *digitCurver* (автор – Инжеваткин, 2007), позволяющая провести оцифровку в полностью автоматическом режиме. По представленным материалам аэромагнитной съёмки на каждой карте каждая изолиния, представленная в оригинале, оцифрована по всей длине с шагом 0,5 мм (25 м на местности).

На этапе построения объединённых карт проведена сборка отдельных листов карты в единое целое, в рамках каждого пакета. После того, как была составлена общая растровая карта в рамках одного пакета, было выявлено и устранено еще несколько ошибок в маркировке изолиний, проведена работа по устранению искажений исходных растровых изображений.

Изолинии между отдельными картами были соединены, и внесены необходимые корректировки по положению изолиний. В результате получилось 4 отдельных карты, соответственно пакетам. Так как работы по аэросъемке магнитного поля выполнялись двумя разными организациями, с интервалом в 8 лет, разными приборами, то после анализа материалов было принято решение сгруппировать пакеты, учитывая эти особенности: были объединены попарно пакеты 1 и 2, и 3 и 4. Съёмки по пакетам были проведены с перекрытием на 0,5 - 1 лист, проведена работа по увязке между собой у изолиний разных пакетов. Проведена корректировка по увязке координатной сети между пакетами.

Таким образом, получились карты масштаба 1:50 000 и 1:100 000 на центральную, южную и западную часть области (3 и 4 пакет) и восточную часть области - всё Саратовское Заволжье (1 и 2 пакет).

На полученные карты магнитного поля были схематично нанесены границы основных геоструктурных зон [3], положения основных месторождений, крупные населенные пункты, абрис реки Волга, границы области, вынесена градусная сетка.

Данные карты послужили исходным материалом для последующей оцифровки. Оцифровка карт по результатам аэромагнитных съёмок проводилась методом квантованных отображений [2]. Цифровизировали две карты магнитного поля территории Саратовской области, собранные из листов М. 1:50 000. Карты были представлены в виде 2-х пакетов в формате CorelDraw. Эти пакеты, в совокупности, сформированы из 107 карт, каждая из которых представляет собой результаты аэромагнитной съёмки, вынесенные на топооснову М. 1:50 000. Оригинальный размер карт составил: по карте 1 - 5,9 x 4,6 м; по карте 2 - 4,2 x 4,8 м. Работы, подобные проведенным, ранее никогда не проводились.

Выражаю благодарность руководству ОАО «Саратовнефтегеофизика» разных периодов деятельности предприятия и сотрудникам Щепотьеву В.Н. и Барулину Д.Н. за предоставление рабочих материалов, на которых была опробована и отработана методика оцифровки карт методом квантованных отображений и технология объединения карт на большой территории. Созданная талантливым геофизиком-программистом Инжеваткиным В.М. программа позволила оцифровывать 107 исходных карт.

Результатами работ явились две карты магнитного поля, охватывающие Саратовскую область, совмещенные с границами основных геоструктурных зон, положением основных месторождений и крупных населенных пунктов.

Список литературы

- 1 Пчелинцева Ю.В., Волкова Е.Н., Инжеваткин В.М. Учебно-методическое пособие по математическому моделированию геофизических полей с использованием программного комплекса GeoLab3D-student. Саратов: ИЦ "Наука", 2009. - 52 с.
- 2 Инжеваткин В.М. Квантованные карты: основные положения // Геология, география и глобальная энергетика. Научно-технический журнал № 3(30), 2008 г.
- 3 Шебалдин В.П. Тектоника Саратовской области - Саратов : Саратовнефтегеофизика, 2008. - 50 с.

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ГОЛОСОВАНИЕМ ЗА КЛАССЫ ПО ВСЕМ ТУПИКОВЫМ ТЕСТОРАМ

Макаркин А. А.

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

Задача распознавания

Объектом в пространстве N признаков будем называть любой набор детерминированных значений признаков: $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$.

Объект будем называть числовым, если значения всех признаков заданы бинарными, целыми или вещественными числами.

Объект будем называть нечисловым, если хотя бы один из признаков объекта является нечисловым. Используем такие нечисловые признаки, которые могут быть закодированы группой бинарных признаков $\{0;1\}$. Это номинальные признаки, экспертные оценки, упорядочения (ранжировки), разбиения объектов на группы сходных между собой, результаты парных сравнений.

Большинство объектов в геологии, биологии, медицине описываются только как нечисловые. Поэтому велико значение методов распознавания нечисловых объектов. Например, объект пустой или с углеводородами.

Решается **задача распознавания с «учителем»**, когда заданы несколько классов эталонных объектов. Нужно распознать (определить), к какому классу ближе исследуемый объект.

В задаче распознавания **нет прямого признака**, который имел бы разные значения у эталонных объектов из разных классов. Тогда не нужно решать задачу распознавания. В задаче распознавания есть только **косвенные признаки**. Каждый из них в отдельности не может различить объекты в разных классах, но может быть это можно сделать по группе косвенных признаков.

Исходные данные для распознавания с «учителем»:

1) система N признаков для описания объектов; 2) классы эталонных объектов; 3) распознаваемые объекты.

Распознавание объектов по числовой метрике

Задачу распознавания по числовой метрике решают уже много лет. Дискриминантная функция (или разделяющая функция, решающее правило) вычисляет расстояние между двумя объектами в N мерном пространстве косвенных признаков. Это сумма квадратов разностей числовых значений признаков двух объектов, как декартово расстояние между двумя точками, но только каждый квадрат суммируется со своим весом. Признаки более важные для распознавания имеют больший вес.

Набор весов задает числовую метрику в пространстве N признаков. Объект распознается к классу с минимальным расстоянием.

К сожалению, подбор весов для распознавания – неоднозначная задача, которая тяжело и неоднозначно решается методом градиентного спуска, используя классы эталонных объектов (пример – нейронные сети). А главное – числовая метрика не подходит для нечисловых объектов.

Распознавание объектов голосованием за классы

Здесь такие же **исходные данные**: 1) система N признаков для описания объектов; 2) классы эталонных объектов; 3) распознаваемые объекты.

Метод распознает нечисловые объекты. Для голосования веса не нужны, все делает алгоритм, причем решение получается единственным.

В задаче распознавания есть только косвенные признаки. Каждый из них в отдельности не может различить объекты в разных классах. Поэтому мы должны найти такую распознающую комбинацию косвенных признаков, которая имеет разные значения на двух эталонных объектах из разных классов. Мы должны сравнить значения распознающей комбинации косвенных признаков у распознаваемого объекта и у эталонного объекта из класса. Если они совпадут, объект получает один голос за этот класс. По этой распознающей комбинации мы должны проголосовать распознаваемый объект по всем эталонным объектам всех классов и подсчитать число голосов за каждый класс.

Мы должны исследовать все пары эталонных объектов из разных классов и найти все распознающие комбинации, по каждой подсчитать число голосов за классы и накопить общие суммы голосов распознаваемого объекта за классы.

Объект распознается к классу с наибольшим числом голосов.

Впервые такую задачу решали Чегис И.А. и Яблонский С.В. [1, 1958]. Они назвали тестами наборы входных и выходных сигналов, позволяющие отличить исправные электрические схемы от неисправных.

Журавлев Ю.И. [2, 1974] предложил распознавать объекты голосованием за классы по всем тупиковым тестам.

Тупиковый тест – самый короткий набор косвенных признаков, различающий два эталонных объекта из разных классов. Если из тупикового теста удалить любой признак, тест перестанет различать эту пару.

В голосовании за классы не надо искать веса признаков. Но чтобы найти все тупиковые тесты, нужно выполнить гигантское число переборных. Журавлев писал, что никакое развитие вычислительной техники не позволит это сделать. Он и его ученики развивали приближенные методы поисков тупиковых тестов.

В 1993 году в НВНИИГГ я начал решать эту задачу, и многое удалось сделать. Я единственный обладаю этой технологией. Основные идеи распознавания по двум классам изложены в [3, 2013]. Для ускорения работы программ метод Журавлева были сильно изменен. Удалось развить метод на любое число классов и много раз ускорить алгоритм поиска тестов, у меня они стали тесторами. Для проверки программ я придумал **тестовые квадраты** из ячеек-объектов: 10 на 10 – 20 признаков, 40 на 40 – 80 признаков; 2 класса задаются в противоположных углах, 4 класса – в 4-х углах.

Исходные числовые и нечисловые признаки кодируются группами бинарных признаков. Например, 7 цветов будет кодировать группа 7 бинарных признаков: красный = 1000000, ... фиолетовый = 0000001. В результате исходные N признаков размножились в M бинарных признаков.

Строится бинарная матрица сравнения классов. Одна строка матрицы является результатом сравнения двух объектов из разных классов. Если соответствующие признаки совпадают, пишется 0, если признаки разные, пишется 1. Бинарные признаки стали столбцами матрицы сравнения классов, а **тесты** превратились в **тесторы** – наборы столбцов, в которых нет нулевых строк.

Чтобы найти все тесторы, нужно просмотреть все комбинации столбцов матрицы сравнения классов. Для 10 столбцов это $2^{10}=1024$, для 70 столбцов это $2^{70}=1,2*10^{21}$. Гигантская работа! И каждый найденный тестор нужно проверить на тупиковость. При удалении из тупикового тестора любого столбца в нем появляется строка нулей. На это тоже нужно время.

Главное ускорение тотального перебора – мои Т-деревья, способ перечисления всех возможных комбинаций признаков для выделения связанных групп комбинаций признаков без тесторов.

Практическое опробование метода – решение медицинской задачи о собаках. 120 объектов, 5 групп рака, 6-я группа – здоровые. Исходные признаки – 11 анализов крови

пересчитаны в 68 бинарных признаков. 6 классов по 10 эталонных объектов, остальные – контрольные. Матрица сравнения классов: 68 столбцов на 1500 строк. Прекрасные результаты голосования, намного лучше, чем числовая метрика с подобранными весами. Хорошо распознаются разные виды рака. Особенно хорошо распознаются здоровые объекты.

По каждому бинарному признаку накапливаем *информационный вес*, то есть сколько раз он входил в Т-тесторы. Так как ищутся все Т-тесторы, задача решается полностью. Информационные веса признаков – аналог набора весов в числовой метрике. Но здесь это единственное решение.

Это очень важная информация для предметных специалистов. Вес бинарного признака показывает, как сработала каждая часть исходного признака.

В ближайшее время будет решена подобная задача с геологическими объектами.

Список литературы

1 *Чегис И.А., Яблонский С.В.* Логические способы контроля электрических схем. Труды МИАН им. В.А. Стеклова, т. 51, М., Изд. АН СССР, 1958

2 *Журавлев Ю.И., Камилов М.М., Туляганов Ш.Е.* Алгоритмы вычисления оценок и их применение. Ташкент, ФАН, 1974. – 120 с.

3 *Макаркин А.А.* Распознавание объектов по тупиковым тесторам. – Журнал «Заводская лаборатория». 2013. Т.79. No.3. С.63-71.

Геологическое сопровождение инфраструктурных проектов

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОДОПОНИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА X

Скрябина А.С., Антонов К.М., Солдаткин С.И.

Саратовский филиал ООО «Газпром проектирование»

Задача проектирования систем защиты от подземных вод в процессе строительства и эксплуатации заглубленных частей зданий и сооружений в рамках разработки проектов обустройства месторождений углеводородного сырья (МР УВС) является актуальной. Особенно важно корректное обоснование мероприятий по водопонижению при проектировании объектов в регионах со сложной геокриологической обстановкой, т.е. при наличии многолетних мерзлых пород (ММП). В условиях сплошного (или островного) распространения ММП на застраиваемой территории из-за развития естественных и техногенных процессов могут провоцироваться процессы деградации мерзлых пород, приводящие к их оттаиванию и как следствие, возникновению подтопления или затопления застраиваемых территорий.

Для установления принципиальной возможности использования специализированного ПО для гидродинамического моделирования разработки МР УВС (Tempest MORE, Roxar) для проведения комплекса расчетов по водопонижению в условиях изменения гидрогеологических условий, спровоцированных строительством сделана попытка построения гидродинамической модели на примере объекта X.

Основные задачи исследования:

- выполнить инициализацию модели с корректным заданием начальных и граничных условий, учитывающих не только фильтрацию через пористую среду, но и течение жидкости в свободном объеме;
- выполнить корректное задание дренажной системы с использованием существующего функционала ПО;
- выбрать режим работы дренажной системы;
- выполнить прогнозный расчет водопонижения и провести анализ результатов моделирования на предмет достоверности полученных в результате расчётов параметров.

Фильтрационная модель для прогнозных расчетов подготовлена на основе цифровой трехмерной инженерно-геологической модели объекта X, построенной в специализированном ПО RMS (Roxar). Для корректного гидродинамического прогноза необходим учет фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) грунтов, слагающих площадку строительства. Кубы ФЕС фильтрационной модели были получены в результате преобразования обобщенных характеристик свойств инженерно-геологической среды в формате инженерно-геологических элементов (ИГЭ), выделенных по результатам инженерных изысканий. Цифровая модель позволяет учесть свойства инженерно-геологической среды, в которой размещаются проектируемые элементы обустройства, составляющие с ней единую техногенную систему. Прогноз поведения этой системы является одним из важных факторов обеспечения надежной эксплуатации объектов в перспективе. Наиболее информативным для прогнозирования поведения этой системы является представление инженерно-геологической информации в виде цифровой модели.

Новизна описанного варианта обоснования водопонижения заключается в решении задачи о фильтрации подземных вод в трехмерной постановке.

В результате численных исследований на цифровой трехмерной модели основания одного из проектируемых сооружений объекта X установлены:

- принципиальная возможность использования гидродинамического симулятора Tempest MORE для выполнения обоснования мероприятий по водопонижению;
- целесообразность выполнения гидрогеологического обоснования на основе цифровой трехмерной гидродинамической модели верхней части разреза.

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

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕННОСТИ ГИНКГОВЫХ В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ

Володина О.С.

ГПОУ «Читинский политехнический колледж»

В рамках детальных исследований по изучено видовое разнообразие Ginkgoales (*Ginkgo* L.) на территории Забайкальского края.

Классическим примером реликтового эндема юго-восточного Китая является *гинкго двулопастной* - последний представитель класса гинкговые отдела голосеменных растений [1]. Растение было открыто для науки в 1690 г. в Японии врачом Е. Кемпфером и в 1712 г. описано им под названием *Ginkgo*, что в переводе с японского означает «серебряный абрикос» или «серебряный плод». Так назывались продававшиеся в японских лавках съедобные семена этого дерева. Автором научного названия «гинкго» является К. Линней, именно им в 1771 г. введено в ботаническую литературу название *Ginkgo biloba*.

Гинкго двулопастной – высокое дерево, достигающее более 30 м в высоту и более 3 м в диаметре. Молодые деревья имеют пирамидальную крону. Пластинка листьев с глубоким V-образным вырезом рассечена на две половинки. Эта их особенность и отражена в видовом названии (от лат. *biloba* – двулопастной). Растение относится к числу немногих листопадных голосеменных. Ежегодно поздней осенью деревья сбрасывают листья, которые незадолго до этого приобретают привлекательный золотисто-жёлтый цвет. С давних пор деревья гинкго, как весьма почитаемые и священные, растут во многих парках, окружающих старинные храмы в Японии, Китае и в Корее. В 1730 г. гинкго ввезён в Западную Европу, а примерно лет через пятьдесят в Северную Америку.

Существуют несколько гипотез о происхождении гинкговых. Наиболее распространённой является точка зрения Р. Флорина, согласно которой произошли непосредственно от трихопитиевых путем редукции числа семязачатков. При этом трихопитиевые сближаются с хвойными либо дикранофилловыми, а их семязачатки интерпретируются как терминальные.

Другая точка зрения была высказана С.В. Мейеном, рассматривавшим гинкговых как потомков пельтаспермовых. Семязачатки трихопитиевых Мейен интерпретировал как абаксиальные, относя данную группу к примитивным гинкгоопсидам – предкам пельтаспермовых. Приверженцами последней гипотезы являются, в основном, российские палеоботаники.

В Забайкалье можно выделить несколько глобальных биотических кризисов, совпадающих с мировыми кризисами, например, конец перми – начало триаса - вымирание палеозойских организмов и появление новых мезозойских таксонов; юрская регрессия моря и заселение суши – возникновение лесов, озер, болот с определенными сообществами организмов.

По данным геологической летописи, в позднем мезозое род *гинкго* был представлен многими видами, широко распространёнными в Сибири – *гинкго сибирский*, *гинкго полярный* и др. Изменение климата в ледниковую эпоху привело к отмиранию видов гинкго на большей части их ареала [2]. Сохранился только один вид в юго-восточном Китае, который по праву считается «живым ископаемым». С этого времени гинкго неизменно пользуется пристальным вниманием и ботаников, и садоводов. По геологическим данным история рода гинкго начинается в триасе. О существовании и распространении растения в прошлые эпохи обычно судят по находкам ископаемых листьев. Развитие растений шло в сторону уменьшения рассеченности листа. В юрский период появляются *гинкго* с почти цельной, лишь по краю неглубоко надрезанной

листовой пластинкой. Расцвет гинковых приходится на юрское и раннемеловое время. Особенно много гинковых было на территории нынешней Сибири.

В ходе изучения выставочных образцов отдела Палеонтологии Геологического музея ЗабГУ (г. Чита) изучены экземпляры, принадлежащие к семейству, а именно *Ginkgoites huttonii*, *G. sibirica* *G. polaris*. Органические остатки растений предельно редки и представлены фрагментами. Эти остатки растений обнаружены забайкальскими учёными в районе, который называют Черновские копи (окрестности Читы). Нередко отпечатки листьев гинковых переполняют плоскости наложения геологических пород, наподобие того, как во время осеннего листопада листья устилают почву в лесу. Такое обилие свидетельствует о том, что они были одними из основных лесообразующих пород. Нижнемеловые терригенные, в основном песчаниковые отложения залегают на юрско-меловых тургинских и охарактеризованы остатками растений кроме *Ginkgoites*, еще и *Equisetum*, *Pityophyllum*, *Pityospermum*.

Кроме этого, нами исследованы растения *Ginkgo biloba* в ГУ Забайкальский ботанический сад. Эти растения высаживаются как в отапливаемой оранжерее, так и в холодной оранжерее. Растения сбрасывают на зиму листья, но у экземпляров из отапливаемой оранжереи они весной образуются раньше.

Таким образом, анализ показывает, что гинковые известны на территории региона с мезозоя, а рецентные формы *Ginkgo biloba* интродуцированы в ботаническом саду.

Список литературы

- 1 Дуленова Б.И. Основы географии растений. Чита: Изд-во ЧГПИ, 1997. 74 с.
- 2 Жизнь растений. - В шести томах. Т. 4. М.: Просвещение, 1978. 449 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ ЭКСПОЗИЦИИ ВОЛЬСКОГО КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ КАК МЕСТО ИЗУЧЕНИЯ, СОХРАНЕНИЯ, МОНИТОРИНГА И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

О.Ю. Давыдова¹, В.А.Малюков¹, В.Б. Сельцер²

¹ Вольский краеведческий музей, г. Вольск, Саратовская область 11olga1984@mail.ru

² Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

В ноябре 2020 года Вольский краеведческий музей (ВКМ) отметил свое 100-летие. Это один из крупнейших провинциальных музеев России. Основанный в 1920 году, он по праву считается жемчужиной, культурно-историческим достоянием и визитной карточкой не только Вольского муниципального района, но и всего Поволжья. В настоящее время суммарная экспозиционно-выставочная площадь составляет 3200 м². Музей состоит из шести отделов, пять из которых располагаются в отдельно стоящих особняках 19 века: картинная галерея, отдел природы, отдел истории, усадьба героя войны 1812 года графа Орлова-Денисова и дом-музей В.В. Талалихина. Фонд музея разделен на основную и научно-вспомогательную части. Постоянно ведется обработка и пополнение собраний, создаются оптимальные условия для отбора, сохранения музейных предметов. Фондовые коллекции являются фактурой для проведения исследований, насчитывая свыше 100 тысяч единиц хранения.

Фондовые коллекции ВКМ объединяют ряд самостоятельных разделов, среди которых особо выделяется естественнонаучный блок, представленный палеонтологической коллекцией отдела «Историческая геология и палеонтология», а также собранием образцов горных пород и минералов. Геологическая часть была заложена как уголок неживой природы профессором Саратовского университета

Владимиром Васильевичем Челинцевым сразу после основания музея (Челинцев, 1920). Буквально с первых дней работы музей получил название «Научно-образовательный», где начинает работать неутомимый естествовед-краевед Мария Никитична Матесова (1887-1967), преобразовавшая небольшой уголок в полноценный отдел геологии и палеонтологии. Ее стараниями и, главным образом, многочисленными полевыми маршрутами собрано около 2000 образцов каменного материала, включающих множество окаменелостей и образцов полезных ископаемых Вольского края. Особенно разнообразны сборы из нижне- и верхнемеловых отложений. Много нового принесли геологические экскурсии на разрезы палеогена и плейстоцена. Собранный коллекционный материал определил необходимость формирования фондов и экспозиций для широкого ознакомления посетителей. Возникла необходимость научной обработки и определений. К этой работе Мария Никитична привлекла известных ученых страны. В архиве сохранилась переписка с В.В. Челинцевым, А.Е. Ферсманом, Р.Ф. Геккером, Б.А. Можаровским, В.Г. Камышевой-Елпатьевской, Д.П. Найдиным и другими геологами. Эти контакты дали возможность проводить исследовательскую работу и научно обоснованное оформление фондовых материалов. С 1937 года в музее для посетителей открыта экспозиция раскрывающая богатство недр Вольского района цементным сырьем. Сама Мария Никитична, активно сотрудничая с технологами, много сделала для внедрения в производство цемента палеоценовых опок в качестве гидравлической добавки. В предвоенное двадцатилетие результаты исследований освещены в трех выпусках «Трудов», в которых раскрываются особенности геологического строения, данные о фоссилиях и полезных ископаемых. В 1955 году отдел получил название «геологического», а фондовый и экспозиционный материал был ревизован, прошел полную систематизацию, отвечающую требованиям музейного хранения. Обновленная палеонтологическая экспозиция разместилась в отделе природы и в последующие годы дважды перестраивалась, просуществовав вплоть до начала полной реконструкции здания, начавшейся в 1986 году. С 1959 года эстафета пополнения коллекций и полевых исследований перешла Валерии Витальевичу Брехову – истинному краеведу, знатоку местной флоры и внимательному собирателю окаменелостей. На его плечи легли многоплановые работы по подборке нового натурального материала, написание тематико-экспозиционных планов, работа с художниками по созданию музейных диорам и, в целом, научное обоснование формирующейся новой экспозиции всего отдела природы, открывшегося после реконструкции в 1996 году (рис. 1). В одном из просторных залов, геологическая история вольского края развернулась перед посетителями новой экспозицией, в которой геология и облик былой биосферы предстают эффектными зрелищными образцами на фоне живописных диорам (рис. 2).

В настоящее время в ВКМ геологический блок включает два раздела: «Общая геология и минералогия» и «Историческая геология и палеонтология». Эти составляющие объединены фондовыми коллекциями и экспозицией. Геологическую часть представляют образцы местных горных пород и минералов, полезных ископаемых, а также каменный материал из других регионов России. В их числе образцы, переданные А.Е. Ферсманом, В.В. Челинцевым, дары геологических организаций, вузов и случайные поступления от неравнодушных граждан – посетителей музея. Экспонируемый материал отражает особенности геологического строения. Отложения нижнего, верхнего мела и палеоцена являются визитной карточкой вольского края. Наибольший интерес посетителей вызывает палеонтологическая часть, выставленная в хронологическом порядке (Брехов и др., 2005). Ранний мел представлен морскими ископаемыми апта. Это аммониты, различные двустворчатые моллюски, неполный скелет ихтиозавра, а также фрагменты стволов окаменелой древесины. Поздний мел характеризуют разнообразные окаменелости, собранные в карьерах по добыче писчего мела: скелеты губок, панцири

морских ежей, раковины брахиопод, особенно разнообразны иноцерамы, аммоноидеи, наутилиды и белемниты. Ископаемые палеоценового возраста привлекают отпечатками листовой флоры, окремелой древесиной и раковинами гастропод. Экспозицию завершают фрагменты скелетов млекопитающих плейстоцена подготовленных к экспозиции по результатам раскопок 1966 года. Это кости шерстистого носорога, кости, зубы и бивни мамонта, рога и кости бизона и исполинского оленя.

Значительные поступления в фонды относятся к периоду 70-90 годам XX века, чему способствовали совместные экспедиции сотрудников музея со специалистами Палеонтологического института (ПИН РАН) и Саратовского госуниверситета. В музее сохранились традиции проведения выездных геологических экскурсий, как для школьников, так и специалистов, которые начинала М.Н. Матесова, а затем продолжил В.В. Брехов. В 2006 году, на базе музея проводилась выездная сессия Третьего Всероссийского совещания «Меловая система России и ближнего зарубежья». Фондовые коллекции ископаемых использованы в биостратиграфических исследованиях, связанных с созданием и усовершенствованием субрегиональной схемы верхнемеловых отложений. (Олферьев и др., 2009, 2014). В настоящее время ископаемый материал используется для монографических описаний отдельных групп. В частности ревизованы сборы позднемеловых аммоноидей (Сельцер, Брехов, 2008, Сельцер, Иванов, 2010), морских ежей (Калякин и др., 2010), брахиопод (Ильинский и др., 2016). Проводились работы по ревизии коллекции иноцерам. Подчеркнем ценность коллекции позднемеловых аммоноидей и наутилоидей. По сравнению с другими моллюсками, они считаются редкими в верхнемеловых отложениях европейской России. Этот материал бережно сохранен и продолжает пополняться.

В зале палеонтологии и геологии проводятся тематические экскурсии, лекции и открытые мероприятия: «Возникновение жизни на Земле», «Древнейшее прошлое Вольского края», «В поисках исчезнувших миров», мастер – классы по изготовлению моделей окаменелостей. Ряд экскурсий приурочены к памятным датам: «День геолога», «Международный день ископаемых», Всероссийской акции «Ночь музеев» и других.

Чтобы посетители музея смогли увидеть, подержать в руках окаменелости и самостоятельно найти такие фрагменты, сотрудниками музея разработана автобусная экскурсия «Тайна мелового карьера», которая имеет научный, и краеведческий характер и рассчитана на широкий круг участников. В ходе маршрута каждый желающий может не только увидеть, как залегают горные породы и окаменелости в естественных условиях, но и почувствовать себя настоящим ученым, проводящего научные исследования. Автобусный маршрут проходит по историческому центру города до смотровой площадки карьера бывшего цементного завода «Красный Октябрь». Сам завод давно демонтирован, а одноименный карьер выведен из эксплуатации став доступным для обозрения всем желающим (рис. 3).

Здесь можно встретить празднующих у озера, что образовалось на дне карьерной выработки, любителей фотографироваться на фоне меловых уступов или живописной панорамы Волги открывающейся с верхней бровки карьера, а также геологов-любителей собирающих позднемеловых фоссилий. Открытый разрез представлен собственно меловым карьером с толщей глин в основании и близко находящейся небольшой вскрыши палеоценовых опок. Эти объекты знакомят с отложениями от позднего альба до палеоцена включительно с общей мощностью в 100 - 110 м. По сути, карьер стал уникальным памятником истории промышленности города Вольска и окружающей природы. Контрастность пейзажам добавляют белизна меловых гор и голубое небо. Сейчас меловой карьер это самая крупная геологическая экспозиция Вольского краеведческого музея (рис. 3). В начале 30-х годов XX века описывая этот разрез М.Н. Матесова (1930) дала образные названия палеонтологическим находкам «Микрастрово кладбище» - скопление панцирей морских ежей, «Стражи кладбища» -

ростры белемнитов и т.д. В современных уступах нередко находки раковин гастропод, двустворчатых и головоногих моллюсков, панцирей морских ежей и других фоссилий.

Меловой карьер продолжает оставаться полигоном для исследований, проводимых на базе музея (Олферьев и др. 2014; Первушов и др. 2019а, б). Специализированные экскурсии проводятся во время полевых семинаров и совещаний (Сельцер др., 2016). Меловой карьер «Красный Октябрь» стал научно – образовательным пунктом и, продолжением открытой экспозиции отдела природы Вольского краеведческого музея.

В настоящее время сотрудники отдела природы, продолжают проводить различные мероприятия научно-познавательной и культурно-образовательной направленности, способствуя изучению, сохранению и популяризации геологических знаний, как в научной среде, так и среди широких масс населения.

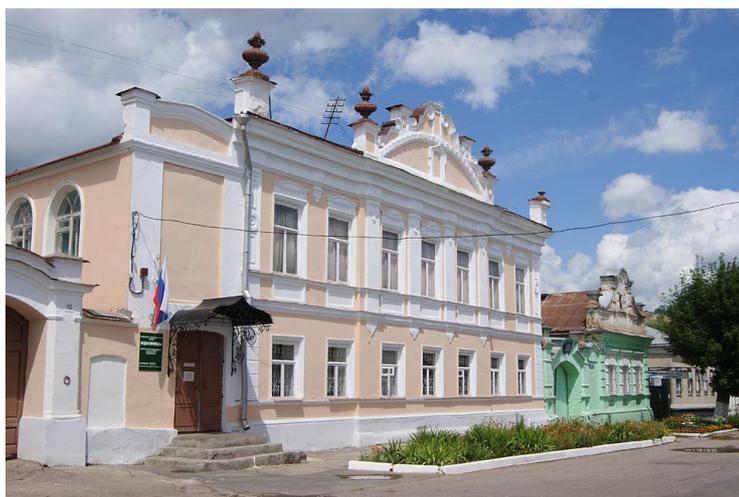


Рис. 1. Отдел природы Вольского краеведческого музея



Рис. 2. Фрагмент современной экспозиции зала геологии и палеонтологии



Рис. 3. Меловой карьер «Красный Октябрь» - экспозиция под открытым небом Вольского краеведческого музея.

Содержание

История геологического изучения юго-востока европейской части России

Гончаренко О.П., Шелепов Д.А., Лашина И.Л. Галогенная формация и ее исследователи 4

Геология, поиски и разведка горючих полезных ископаемых

Коробов А.Д. Литогенез, сопряженный с тектоно-гидротермальной активизацией – основа формирования промышленных скоплений углеводородов 8

Навроцкий О.К. Rock-Eval и люминесцентная микроскопия против миграции углеводородов (или к пересмотру одной научной парадигмы в нефтяной геологии) 9

Рихтер Я.А. Зоны разгрузки глубинных гидротерм и углеводороды Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции 15

Геофизика. Методы поиска полезных ископаемых и сопровождения бурения

Волкова Е.Н., Санникова Е.П., Илюхина Ю.Ю. Актуальные тенденции компетентностного подхода при подготовке магистров направлений «Геология» и «Нефтегазовое дело» 20

Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В. Литологическое расчленение осадочных пород гидрохимической толщи в процессе бурения 21

Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В., Московский И.Г. Оценка информативных параметров, определяющих изменение нормализованной скорости проходки 23

Огаджанов В.А., Мбомио Бейенг М.М. Структура Европейско-Африканского сквозного тектонического пояса по материалам спутниковой геофизики 25

Силаев В.А., Кузьмина Р.И. Исследование проблем повышения эффективности переработки углеводородов 27

Тимофеев В.В., Трemasова М.С., Баукова Н.Н. Экспериментальные геодинамические исследования 28

Трифоновна Н.А., Михеев С.И. Влияние сейсмогеологических рисков на достоверность структурной основы, используемой при заложении скважин глубокого бурения на примере территории Оренбургской области 31

Чирков В.Ю. Современные технологии контроля стабильности и степени очистки ствола скважины 33

Шигаев В.Ю. Влияние постоянного электрического тока на растворимость фосфогипса 34

Шишкина О.Ю. Геофизические исследования скважин при поисках рудных полезных ископаемых 36

Литология, геохимия и геохимические методы поиска полезных ископаемых

Гончаренко О.П., Лашина И.Л. Значение процессов высаливания на заключительных стадиях галогенеза (на примере Гремячинского месторождения калийных солей) 42

Региональная геология, палеонтология и стратиграфия

- Бирюков А.В., Попов Е.В., Первушов Е.М.* Биостратиграфическое значение элазмобранхий при обосновании подошвы сеноманских отложений в северной части Доно-Медведицких дислокаций 46
- Гараева А.Н., Латыпов А.И., Зарипова Д.Р.* Особенности гипергенного преобразования карбонатно-терригенных пород Бугульминско-Белебеевской возвышенности 49
- Первушов Е.М., Рябов И.П., Гужиков А.Ю., Сельцер В.Б., Калякин Е.А., Гужикова А.А., Ильинский Е.И., Худяков Д.В., Фомин В.А.* Предварительные итоги комплексных стратиграфических исследований губкинского горизонта (турон – коньяк Поволжья) 53
- Полковой К.С.* О зоне *Dufrenoyia furcata* нижнего апта в разрезах центральной части Северного Кавказа 57
- Сельцер В.Б., Калякин Е.А.* Эскиз турон - раннесантонской фауны моллюсков и эхиноидей из обнажений Волжской Правобережной полосы участка Ахмат – Кондаково (Саратовская область) 60

Палео- и петромагнитные исследования

- Гужикова А.А., Гужиков А.Ю., Рябов И.П.* Палеомагнитные данные по верхнему мелу Горного Крыма: аргументы в пользу существования длительной эпохи аномального режима геомагнитного поля в туроне-сантоне 66
- Гужикова А.А., Фомин В.А., Рябов И.П., Первушов Е.М.* Разрез Сплавнуха: магнитостратиграфические данные по интервалу турон-сантонских отложений (Красноармейский район Саратовской области) 69
- Шелепов Д.А., Гужиков А.Ю.* Предварительные магнитостратиграфические данные по палеоцену юга Саратовского правобережья 74

Информационные технологии в науках о Земле

- Антонов К.М., Скрябина А.С., Солдаткин С.И.* Опыт разработки трехмерной инженерно-геологической модели объекта X 80
- Волкова Е.Н., Пчелинцева Ю.В.* Многоэтапность цифровых технологий геофизических данных 81
- Макаркин А.А.* Распознавание объектов голосованием за классы по всем тупиковым тесторам 83

Геологическое сопровождение инфраструктурных проектов

- Скрябина А.С., Антонов К.М., Солдаткин С.И.* Гидрогеологическое обоснование водопонижения на основе трехмерной модели объекта X 88

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

- Вологодина О.С.* К вопросу изученности гинкговых в Забайкальском крае 90
- Давыдова О.Ю., Малюков В.А., Сельцер В.Б.* Геологический раздел экспозиции Вольского краеведческого музея как место изучения, сохранения, мониторинга и популяризации геологических знаний 91

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ

Всероссийской научно-практической конференции

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2021

к 90-летию геологического факультета
СГУ имени Н.Г.Чернышевского

Саратов, 2-3 декабря 2021 года

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

ISBN 978-5-907175-80-8



Подписано в печать 24.11.2021. Формат А4.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,81 (6,25). Уч.-изд. л. 4,5. Тираж 150. Заказ 17289.

Саратов, Издательство «Техно-Декор»
ул. Московская, 160
тел.: (8452) 77-08-48
sar-print.ru