

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



## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2023

*Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
(с международным участием)  
г. Саратов, 8 декабря 2023 года*

Издательство «Техно-Декор»  
Саратов 2023

УДК 55(082)  
ББК 26.3я43  
Г35

**Геологические науки – 2023:** Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (с межд. уч.) (Саратов, 8 декабря 2023 г.) – Саратов: Издательство «Техно-Декор», 2023. – 114 с.: ил.  
ISBN 978-5-907716-40-7

Сборник содержит материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Геологические науки – 2023» (8 декабря 2023 г., г. Саратов). Доклады посвящены различным аспектам геологических наук.

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, А.Ю. Гужиков,  
А.Д. Коробов, Е.М. Первушов

Организатор конференции: Геологический факультет СГУ

Оргкомитет выражает искреннюю благодарность  
ООО «Нефтегазсервис Саратов» за помощь в издании сборника.

## СОЛЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРИКАСПИЯ КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС РОССИИ

Анисимов Л.А.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный университет»*

Прикаспийская впадина всегда рассматривалась как перспективный регион на нефть и газ, где в большом объеме проводились геолого-разведочные работы. Попутно изучалась и соленосная толща кунгурского яруса, где фиксировались проявления других полезных ископаемых. Статья 23 закона «О недрах» требует «обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов». В этом отношении соленосные отложения Прикаспия привлекает все более пристальное внимание как комплексный источник ценных элементов, потенциальные возможности которого пока не реализованы в народном хозяйстве

### Ресурсы магния и брома

Говоря о перспективах развития производительных сил Волгоградского региона прежде всего следует обратить внимание на ресурсы магния и брома, масштабы которых оцениваются как уникальные. Запасы чистого бишофита по прогнозной оценке составляют около 183 млрд. тонн и являются базой для получения магния и брома. Все имеющиеся в области месторождения бишофита выявлены в 70-х годах при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ. Это Городищенское, Светлоярское и Наримановское месторождения. Опытно-промышленная разработка всех месторождений осуществляется методом подземного выщелачивания. Концентрация магния в растворе бишофита составляет 107 кг/м<sup>3</sup>, брома в растворе бишофита - 3-12 кг/м<sup>3</sup>, что в несколько раз превышает его содержание в рапе Мертвого моря.

Зоны распространения калийно-магниевых солей в толще соленосных отложений распространяются по Приволжской моноклинали вплоть до Преддонецкой депрессии. В последние годы выявлена и получила предварительную оценку Городищенская группа месторождений бишофита (собственно Городищенское, Наримановское и Светлоярское). На месторождениях производится опытная эксплуатация методом подземного растворения солей через скважины. Содержания MgCl<sub>2</sub> составляют 43-45 %, мощности пластовых залежей - от 2-3 до 60-120 м.

В Волгоградском регионе бишофит используется на Волгоградском магниевом заводе и АО «Каустик». Добыча ведется методом выщелачивания: в продуктивную толщу подается вода, она растворяет бишофит, а потом рассол откачивается наверх. По первому переделу из бишофита можно получать оксид магния или гидроксид магния. Магнезию используют при производстве огнеупорных покрытий. Силикат магния применяют в резинотехнических изделиях. Сульфат магния востребован в химической промышленности, нитрат магния - в сельском хозяйстве. **Однако до сих пор не рассматривается возможность производства металлического магния, что позволило бы удвоить объем его производства в стране.**

У Китая и Израиля, ведущих производителей магния и брома, имеется преимущество, так как они используют сырье из поверхностных источников, а у нас источники подземные. Хотя мы имеем уникальные запасы высококачественного сырья, неконтролируемая разработка месторождений сопряжена с существенными рисками нарушения устойчивости горного массива, что наблюдается на практике в ряде стран. Инженерно-геологическая составляющая отечественных проектов приобретает особое значение, особенно при больших отборах бишофита.

В настоящее время отсутствует система контроля за разработкой существующих месторождений, что является ненормальным с учетом необходимости отбора

значительного объема сырья в течение длительного времени. Проседание горного массива может привести к катастрофическим последствиям. Необходимо провести анализ разработки Городищенского и Светлоярского месторождений с учетом динамики выщелачивания солей и качества продукции. Высокоточное нивелирование поверхности должно быть организовано на территории месторождений.

Несмотря на высокие концентрации брома в рассолах, он не извлекается, хотя имеются все условия для его получения. Освоение ресурсов в Волгоградском регионе имеет хорошие перспективы, так как к его получению можно подключить хлор, производимый в большом объеме на местных предприятиях. На российском рынке спрос на продукцию **бромидов** составляет порядка 12 тыс. т. в год. Потребляют бромиды нефтесервисные компании (при бурении нефтяных скважин), нефтехимические компании, производящие, в частности, синтетические каучуки, а также бурно развивающиеся производства негорючих материалов. Мировое потребление брома устойчиво и спрос превышает предложение. Цены на бром и его соединения повысились вследствие расширения их рынков сбыта, значительного подорожания электроэнергии и сырьевых материалов, а также роста издержек на транспортировку. Цена элементного брома колеблется от 700 до 1000 долл. за тонну. Годовая потребность России в бrome оценивается в 20–25 тыс. тонн, она удовлетворяется, в основном, за счет импорта из США и Израиля.

#### **Калийные соли**

В пределах Волгоградской области находится западная часть Прикаспийского калиеносного бассейна, перспективная на обнаружение залежей калийного сырья, главным образом сульфатно-хлоридного типа. Государственным балансом учитывается лишь Эльтонское месторождение (участок Улаганский) с запасами калийных солей категорий АВС<sub>1</sub> равными 75,5 млн т К<sub>2</sub>О, и категории С<sub>2</sub> — 357,9 млн т К<sub>2</sub>О. Месторождение находится в нераспределённом фонде недр.

Ещё одно калийное месторождение — Гремячинское — расположено на юге области, на Южно-Приволжской Прогнозной площади. Запасы месторождения категории С<sub>2</sub> — 247 млн т К<sub>2</sub>О. Месторождение характеризуется высоким качеством руд, содержащих в среднем 20,6% К<sub>2</sub>О. Подтверждённые запасы месторождения достаточны, чтобы добывать 2,5 млн т калийной руды в год на протяжении 25 лет

Проявления калийных (сильвинит) и калийно-магниевых (карналлит) солей прослеживается по всей Приволжской моноклинали. По данным С.А. Свидзинского, Московского Г.А. и Петрика А.И. (2011) здесь выделяется 3 перспективных участка: Горно-Балыклейский, Камышинско-Быковский и Луго-Пролейский. В пределах Горно-Балыклейского участка пробурено 6 скважин, вскрывших сильвинитовый пласт в интервале глубин 886-964 м. Толщина пласта от 4 до 9 м. Как известно, калийные соли (сильвиниты) отлагались также на впадинах, испытующих конседиментационное прогибание. Но так как они отлагались при меньшей степени сгущения океанической воды, то захватывали большие площади при осадке, чем отложения бишофита и карналлита. Поэтому ареал их распространения по впадине гораздо больший.

В настоящее время началась разработка Гремячинского месторождения калийных солей, которое является одним из крупнейших в России. Содержание хлористого калия в его десятиметровом слое — порядка 39,2%. Запасы полезных ископаемых в окрестностях Котельниково оцениваются более чем в 1,6 млрд тонн. После окончательной реализации проекта «ЕвроХим» станет первой в России и четвёртой в мире компанией, выпускающей полный спектр минеральных удобрений.



### Подземные хранилища

Подземное хранение нефтепродуктов в соленосных формациях получило довольно широкое распространение. Технология используется уже более 70 лет. В настоящее время соляные камеры используются для хранения природного и сжиженного газа, нефти, сжатого воздуха и водорода, а также для утилизации промышленных отходов, в том числе и для утилизации ядерных отходов. Более того, соляные камеры по-прежнему являются важным источником рассола и производства соли.

Достоинствами подземного хранения являются:

- 1) небольшая занимаемая территория (исключается площадь большой зоны хранения);
- 2) низкая пожаро- и взрывоопасность;
- 3) меньшие капиталовложения, эксплуатационные расходы и металлоемкость по сравнению с наземными стальными резервуарами.

В развитых странах мира созданы крупные собственные стратегические запасы энергоносителей - прежде всего нефти и газа - важнейших элементов экономической и энергетической независимости и безопасности любой страны. Россия располагает объемом ПХГ около 60 млрд. м<sup>3</sup>, но стратегического запаса нефти у нас пока нет. Проблема создания собственного стратегического запаса нефти периодически рассматривается и дебатруется уже более двух десятилетий

Создания стратегического резерва обусловлено необходимостью иметь легко осваиваемые нефтяные ресурсы на случай чрезвычайных ситуаций или же получать экономическую выгоду от продажи углеводородов в условиях резкого колебания цен на нефть на мировых рынках. Приблизительные подсчеты при задержке продажи при изменении цены нефти от 30 до 100 \$ за баррель показали, что выгода в денежном выражении для крупного экспортера оценивается в десятки миллиардов долларов. **Такой подход позволяет рассматривать толщи пород, благоприятные для создания подземных хранилищ большой емкости, как «полезные ископаемые» высокой ценности**

Северный Прикаспий – наиболее перспективный регион для размещения подземных нефтехранилищ. Несмотря на благоприятное географическое положение Нижневолжского региона, развитую инфраструктуру и опыт строительства и эксплуатации камер в соляных отложениях, существуют серьезные геологические проблемы, которые существенно ограничивают возможности создания в регионе крупного стратегического узла для подземного хранения нефти и газа. К ним относится неоднородность соленосной толщи, связанная как с наличием прослоев нерастворимых пород, так и мощных прослоев калийно-магниевых солей с линзами рапы. В тоже время целенаправленные поиски массивов чистой каменной соли, пригодных для строительства камер, в регионе никогда не велись. Основное внимание уделялось изучению месторождений бишофита и калийных солей. Соленосные отложения в регионе пройдены огромным количеством скважин. Ревизия этого материала и выделение перспективных зон с учетом опыта строительства и эксплуатации камер в соленосных отложениях является первоочередной задачей, если мы хотим решить вопрос создания стратегического нефтяного резерва в России.

### Научный туризм

Небольшой польский городок **Величка**, расположенный в тридцати минутах езды от Кракова, знаменит на весь мир своими соляными месторождениями, известными еще с XIII века. Соль добывалась на глубине от 57 до 198 метров, и общая протяженность коридоров шахты составляет 200 километров. Сейчас Величка считается одним из популярных направлений туристической индустрии в Польше. Посмотреть самую удивительную соляную шахту планеты съезжаются туристы со всего мира. В России

имеется возможность создать собственные выдающиеся туристические комплексы в Соль Илецке, Баскунчаке и Эльтоне.

Соль-Илецк — небольшой город Оренбургской области, получивший известность благодаря не только как центр добычи соли, но и большому количеству минеральных озёр. Соль-Илецкие озера образовались на местах соледобычи на месте горы Туз-Тюбе. Наиболее известное озеро «Развал» заслужило звание главного водоема Соль-Илецка благодаря развитой инфраструктуре. Другое озеро, Тузлучное, известно своей уникальной лечебной грязью. Сами отработанные соляные шахты также можно использовать как туристские объекты.

Богдинско-Баскунчакский заповедник, куда входит озеро Баскунчак, гора Большое Богдо и окружающие территории является другим перспективным объектом. В окрестностях озера Баскунчак имеется около 30 пещер различной доступности и протяжённости. Наиболее известной и крупной является **пещера Баскунчакская**. Она имеет протяжённость 1,5 км и является крупнейшей пещерой Северного Прикаспия. Весьма интересные перспективы в качестве геологического объекта имеет гипсовый карьер, расположенный вблизи озера.

Район озера Эльтон является другим перспективным объектом для развития туристического комплекса. Само озеро и окрестности являются уникальными по многим параметрам, а лечебные грязи обладают большой бальнеологической ценностью.

#### **Заключение**

Высокая волатильность цен на нефть ставит вопрос о повышении финансовой устойчивости нефте-газовых компаний. В этих условиях ресурсы горно-химического сырья могут быть легко вписаны в активы компании, так как они могут в ряде случаев добываться попутно. Дополнительные исследования смогут выявить более широкий спектр полезных элементов.

При вовлечении в разработку горно-химического сырья появляются новые геологические, экологические, технологические, экономические и политические риски, которые следует оценить при разработке концепции освоения этих ресурсов. Изучение опыта деятельности российских и зарубежных компаний позволит оценить саму возможность и перспективы развития компании в условиях усложнения ее структуры и видов деятельности.

В ближайшей перспективе организация в России собственного производства магния, брома и других компонентов возможна: на базе разведанных месторождений, прежде всего в Южном ФО с наиболее благоприятными хозяйственно-экономическими и климатическими условиями. Для этого необходимо стимулирование со стороны государства, в том числе поисков потребителей, улучшения качества производимой продукции и увеличения ее номенклатуры, а также более комплексной переработки природных ресурсов.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

**Волкова Е.Н., Баукова Н.Н.**

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

«Сегодня геологоразведка – это перспективный и привлекательный вид деятельности... Теперь необходимо работать на перспективу и создать условия для того, чтобы отечественная промышленность была надежно обеспечена сырьем на долгие годы вперед» [1].

В.В.Путин

Очевидно, что мир становится все более и более энергозависимым, и такая тенденция ставит перед геологической отраслью новые задачи, которые требуют высокой квалификации кадров. В связи с этим обостряется вопрос: кто будет решать все эти задачи?

В геологии наблюдается острая нехватка квалифицированных кадров. В последнее время об этой проблеме в отрасли говорят всё чаще, кадровый дефицит обсуждают на разных площадках.

Отмечая необходимость развития кадрового потенциала отрасли, попытаемся коротко сформулировать проблемные зоны современного национального геологического образования с тем, чтобы предложить некоторые меры решению проблемы.

Происходит стремительное «старение» кадров, как на производстве, так и в образовательной среде. О том, что в геологии не произошло необходимой для развития отрасли смены поколений, говорят многие специалисты. Так, в ЦНИГРИ фиксируют тревожную тенденцию — увеличение доли пенсионеров: средний возраст геологов растёт, а вот доля сотрудников в самом продуктивном возрасте 40-55 лет сокращается. Это вовсе не означает, что выпускники школ не идут на геологические специальности. Однако из набранных на геологические специальности студентов только 50-60% доходят до диплома, а из них в отрасли остаются только 30% [2].

Возрастная структура профессорско-преподавательского состава в геологических вузах также неблагоприятна: наиболее многочисленную возрастную группу среди профессорско-преподавательского состава российских вузов составляют лица в возрасте старше пенсионного, доля работников в возрасте от 50 до 65 лет – около 30%. Половина всего профессорско-преподавательского состава высшей школы старше 50 лет [3]. Такое распределение указывает на риски дальнейшего «старения» научно-педагогического резерва высшей школы.

Массовизация высшего образования сегодня представляет собой национальный тренд. Не первый год наблюдается стремление к численному увеличению числа вузов, в которых должна вестись подготовка геологов, рост численности подготавливаемых студентов, не отвечающий потребностям отрасли. Такая доступность высшего образования для всех желающих, независимо от качества базовой подготовки, привела к недостатку мотивации у студентов к этому процессу.

Образовательных организаций, в которых учиться не просто, нужна предварительная хорошая подготовка и большая работа в ходе процесса обучения, в стране немного, и они отличаются от других высоким уровнем требований. Действительно такие вузы гарантируют высокое качество выпускаемых специалистов и их последующую успешную профессиональную деятельность. Однако в большинстве

вузов (массовый сегмент) ситуация совершенно иная, она дает возможность получать успешные оценки без большого напряжения студентам с уровнем подготовки ниже среднего. Подготовка специалиста массового типа основана на традиционной системе обучения: учебные заведения не претендуют на высокое качество образования, используя устаревшие образовательные и гуманитарные технологии, программы, методы и формы обучения [4].

Все более очевидными становятся кризисные явления системы геологического высшего образования. В таких условиях необходимо создание и реализация образовательной стратегии, предполагающей его структурное и содержательное обновление.

#### **Список использованных источников**

1 Выступление Президента РФ Путина В.В. на заседании Президиума Правительства РФ по стратегии развития геологической отрасли на период до 2030 года // <http://www.kremlin.ru/events/president/news/68687> (дата обращения: 19.04.2023).

2 Зборовский Г.Е. Предпосылки и проблемы концепции нелинейного развития высшего образования в российском макрорегионе // Университетское управление: практика и анализ. 2016. №5 (105). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-i-problemy-kontseptsii-nelineynogo-razvitiya-vysshego-obrazovaniya-v-rossiyskom-makroregione> (дата обращения: 28.10.2023).

3 Индикаторы образования: 2020 : Статистический сборник / Н.В. Бондаренко, Д.Р. Бородина, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : НИУ ВШЭ, 2020. – 496 с.

4 Кузьмина Ю.С. Тенденции профессионального развития научно-педагогических кадров высшей школы // Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018029783> (дата обращения: 28.10.2023 ).

## **СЕЙСМОПЛОТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ПРОФИЛЯ СТЕПНОВСКОГО СЛОЖНОГО ВАЛА**

**Волкова Е.Н., Санникова Д.Р.**

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

Задачи прикладной геофизики настолько сложны, а их решение, как известно, столь неоднозначно, что привлечение всех известных методов геофизики к основному, сейсморазведочному, стало хорошей традицией. В частности, чаще привлекаются данные, полученные в результате гравиразведочных работ. Геологические задачи, решаемые при комплексировании гравиразведки и сейсморазведки на данной территории, включают уточнение геологического строения участков на основе результатов интерпретации аномалий поля силы тяжести в редукции Буге, а именно выявления основных аномалеобразующих факторов, например, от додевонского рельефа, от поверхности палеозоя, от локальных объектов, от разрывных нарушений. Данная задача выполнена в рамках проблем, связанных с изучением Степновского сложного вала и включала процедуры, связанные с анализом априорных геолого-геофизических данных с целью формирования плотностных моделей разрезом.

Строение Степновского сложного вала в настоящее время достаточно хорошо изучено с помощью глубокого бурения и геофизических методов. По существующему мнению Шебалдина В.П., Лукашова А.И., Никитина Ю.И., Яцкевич С.В. и многих

других исследователей. В тектоническом отношении вал расчленен дизъюнктивными нарушениями на отдельные блоки субмеридионального простирания с амплитудой сбросов в основном, до 100 м,– 250м. Эти нарушения образуют многочисленные грабенообразные прогибы и горстообразные структуры, вдоль которых развиты структурно-литологические и тектонически экранированные ловушки. Могут быть развиты и органогенные постройки – ардатовские рифы. В пределах Степновского сложного вала к началу девонского времени сохранились рифейские «останцы» высотой до 200 м, которые на самом деле являлись редуцированными горстами. Геоструктура Степновского сложного вала девонского периода наследует погребенную структуру протерозойских блоков: над горстами формируются своды, валы, приподнятые зоны, над грабенами – прогибы и впадины. Интенсивные подвижки, сформировали несколько флексурных уступов северо-западного простирания. Эти флексуры осложнены рядом локальных поднятий, часть из которых содержит месторождения нефти и газа.

Основные залежи нефти и газа на данной территории приурочены к девонским отложениям, в которых к настоящему времени обнаружено более тридцати месторождений.

Исходными материалами для построения геофизической модели на исследуемом участке явились корты изоаномал в условном уровне и графики  $\Delta g$  по отдельным интерпретационным профилям, геологические разрезы и карты, результаты изучения физических свойств горных пород, материалы других геофизических съемок, применявшихся в комплексе с гравиразведочными исследованиями.

К особенностям геофизической характеристики разреза участка следует отнести незначительную дифференциацию плотности мезо-кайнозойского терригенного комплекса. Решением прямой задачи на этом участке доказано, что в формировании суммарного поля поверхность палеозойских отложений играет не первостепенную роль, так как после исключения влияния основной гравиактивной границы раздела ( $nJ$ ) в трансформированном поле остаются интенсивные положительные аномалии, обусловленные границами нижних структурных этажей более древнего возраста. По результатам интерпретации под рифейским горстом находится горст гранито-гнейсового фундамента, высота которого больше рифейского и влияние его может быть многообразно как в создании структур в разрезе девона и карбона, так и в интенсивности соответствующих им локальных аномалий. Это зависит от высоты, прежде всего, горста, от глубины залегания его поверхности и от его размеров, и поэтому для получения согласованной модели необходимо создать гипотетическую основу физико-геологической модели с дополнительными источниками плотностей.

Задача построения согласованной эффективной модели была успешно выполнена на профиле Синеньская-Отроговская для обобщенной глубинной модели, охватывающей правый и левый берег, где необходимо было изменить геометрию поверхности предполагаемого фундамента и создать дифференцированную плотностную модель отложений внутри фундамента

Таким образом, обратную задачу гравиразведки на данной территории можно решить, опираясь, прежде всего на гипотетические структурные осложнения глубоко погруженных отложений рифея и фундамента.

Собственно сейсмо-гравиметрический разрез длиной более 60 км потребовал оконтуривания почти ста геологических тел или гипотетических плотностных неоднородностей. Количественные значения плотностей определялись прежде всего фактическими данными по скважинам. Межскважинное пространство было оцифровано на основании скоростей глубинного разреза. Профиль проходит через участки месторождений Восточно-Суловского, Советского, Грязнушинского, Квасниковского.

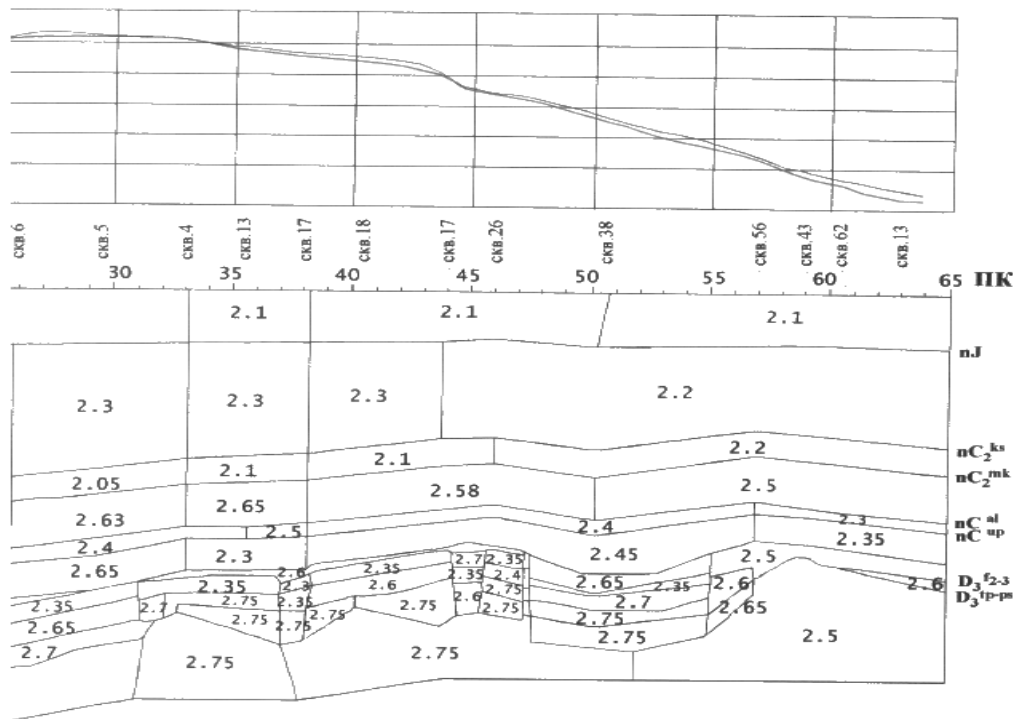
Итоговая согласованная модель, фрагмент которой отображен на рисунке 1 содержит плотностные неоднородности от 2.07 до 2.75 г/см<sup>3</sup>. Максимальные значения ее



2.70-2.75 г/см<sup>3</sup> приурочены к областям более глубокого погружения, а минимальные 2.35-2.50 г/см<sup>3</sup> – к области относительно высокого залегания пород.

Рифейские отложения на северо-западе (пикет 60) определяются пониженной плотностью 2,5 г/см<sup>3</sup>. В центральных районах -повышенная плотность рифея 2.75 г/см<sup>3</sup> (пикет 30–50). На юго-востоке- 2,6-2,65 г/см<sup>3</sup>. В целом рифейские отложения поменяли плотность от 2,5 г/см<sup>3</sup> на Восточно - Суловской площади до 2.75 г/см<sup>3</sup> на Советской площади и охарактеризованы 2,6-2,65 г/см<sup>3</sup> на Квасниковской. Вышележащие отложения девона дифференцированы от 2,35 до 2.75 г/см<sup>3</sup>, но в основном 2,7 г/см<sup>3</sup>. Не выявляет определенных закономерностей анализ значений плотностей пластов, заполняющих элементы тектонически экранированных субширотными разрывными нарушениями грабенов и горстов в отложениях терригенного девона, представленного слоями мосоловского горизонта, воробьевского, ардатовского и муллинского, а также слоями пашийского и кыновского горизонтов франского яруса. Все слои были оконтурены по сейсмическим неоднородностям временного и глубинного разреза, полученного по результатам работ треста Саратовнефтегеофизика и особое внимание вызывает чередование плотностей в этих слоях, подобное зоне геологического разреза пикета 46 от 2,35 до 2,75 г/см<sup>3</sup>.

Анализ материалов показывает, что нарастание плотности с глубиной карбонатных отложений фаменского яруса с 2,35 до 2.67 г/см<sup>3</sup> отмечается в направлении с северо-востока на юго-запад. Далее вверх по разрезу плотностные характеристики стабилизированы.



**Условные обозначения:**

- - наблюдаемая кривая  $\Delta g$
- - - - - расчетная кривая  $\Delta g$
- - скважина и ее номер
- - сейсмическая граница и ее обозначение
- 2.0–2.5 - значение плотности, г/см<sup>3</sup>

Рисунок 1 Фрагмент сейсмо-гравиметрического профиля Степновского сложного вала

Рифейские останцы, введенные гипотетически в глубокие зоны разреза, охарактеризованы разными плотностями. А равномерная приуроченность месторождений к их склонам и их апикальным частям также затрудняет однозначный вывод о предпочтительных площадях для поиска углеводородов. Однако из этой сложной ситуации следует вывод о целесообразности поиска останцов в целом и тектонически осложненных зон их склоновых частей.

Учитывая устоявшееся мнение о перспективности девонских отложений Степновского сложного вала, следует принять во внимание факт наличия пластов с низкими плотностями на некоторых участках пикетов профиля. Возможно они послужат основанием для дополнительного исследования.

Таким образом, перспективы открытия новых месторождений связаны с поисками погребенных антиклинально-блоковых структур и тектонически экранированных и литологических залежей.

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ И ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА И СТЕПЕНИ ИХ НАСЫЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ**

**Головин Б.А., Головин К.Б., Калинникова М.В.**

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

Методика исследования перспективных объектов, рассмотренная в настоящей работе, основана на комплексной интерпретации данных ГТИ, ГИС, ИПТ с целью выявления пластов-коллекторов и получения характеристики их продуктивности в процессе бурения поисково-разведочных скважин Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Данная цель предусматривает последовательное выполнение следующих этапов исследования.

Первый этап базируется на данных ГТИ и сводится к задаче - определения момента вскрытия кровли коллектора.

Наиболее информативными параметрами при этом являются: механическая скорость проходки, расход и дифференциальный объем бурового раствора. При вскрытии коллектора происходит резкое изменение механической скорости бурения ( $v$ ) в 1.5 и более раза в зависимости от типа разреза (терригенный или карбонатный).

Наблюдается поглощение бурового раствора (объем  $V$ ) или его приток, так же имеет место приток в скважину пластового флюида (дебет  $Q$ ). Уменьшение или увеличение  $Q$  и  $V$  являются первым сигналом о возможном вскрытии коллектора.

Следует помнить, что на изменение  $v$ ,  $Q$ ,  $V$  влияет большое число других факторов (режим бурения и промывки, добавка химреагентов и др.) и поэтому при проведении оперативной интерпретации их необходимо учитывать.

Как дополнительные признаки вскрытия коллектора можно использовать газонасыщенность бурового раствора углеводородными газами, компонентный состав углеводородных газов, люминисценцию, пористость керна и шлама.

Достоверность всех выше изложенных процедур повышается результатами анализа проб бурового раствора и шлама; отбором и анализом керна.

В сложных случаях эффективность выделения коллекторов может быть повышена за счет проведения исследований дополнительными методами: газометрией шлама, ОВП-пород, ЯМР-анализами, ИК-спектрометрией и др.

Анализ продуктивности коллектора по данным ГТИ в процессе исследования проводится по определенным критериям наличия нефтегазонасыщенных пластов в разрезе полученным по результатам исследования методами обязательного комплекса ГТИ. К ним относятся:

- аномальное увеличение газонасыщенности бурового раствора и  $\Gamma_{\text{х.пр.}}$  по газовому каротажу;
- превышение  $F_{\Gamma}$  граничных значений для данного района;
- относительный состав газа, идентичный по составу газа для продуктивных пластов исследуемой площади;
- увеличение нефтебитумосодержания по данным люминисцентно-битуминологического анализа (ЛБА);
- пористость средняя или высокая.

При проведении интерпретации необходимо учитывать, что информативность методов ГТИ в терригенных и карбонатных частях разреза в Волго-Уральской провинции существенно различна.

В терригенном разрезе наиболее информативными методами ГТИ являются механический, газовый каротаж и результаты анализа керна и шлама.

Вскрытие нефтенасыщенных коллекторов здесь сопровождается возрастанием механической скорости бурения, увеличением газосодержания выходящего бурового раствора. При частом переслаивании песчаников, глин, алевролитов осложняется литологическое расчленение разреза по шламу в связи с трудностью выделения в шламовой смеси основной породы. Люминисцентно-битуминологический анализ позволяет уверенно выделять интервалы с повышенным содержанием в породе органического вещества и в комплексе с газовым каротажом судить о характере насыщения коллектора. При этом, нефтенасыщенные коллекторы характеризуются ростом интенсивности люминесценции и изменением цвета люминесцирующего пятна.

В карбонатной части разреза наиболее информативными методами являются расходометрия, газометрия шлама, люминесцентно-битуминологический анализ и визуальные методы исследования шлама (макро- и микроописание, оценка пористости).

Вскрытие карбонатных коллекторов зачастую сопровождается поглощением бурового раствора, увеличением газосодержания шлама, повышением интенсивности люминесценции, наличием в шламе разуплотненных или субкавернозных разностей пород с признаками нефтебитумосодержания. Газосодержание бурового раствора при вскрытии карбонатного коллектора в значительной степени зависит от величины перепада давления в системе "скважина-пласт". Если вскрытие коллектора производится с большой репрессией на пласт, газосодержание бурового раствора изменяется незначительно, что необходимо учитывать при интерпретации данных газового каротажа. В подобных условиях необходимо проводить газовый каротаж после бурения и свабирования, осуществлять контроль за газосодержанием бурового раствора после наращиваний и спускоподъемных операций (СПО). В связи с преобладанием в составе попутного нефтяного газа тяжелых углеводородов (в продуктивных пластах Башкирии, Татарии), вскрытие нефтенасыщенного коллектора сопровождается уменьшением доли метана в газе, извлеченном из бурового раствора, шлама и керна. В условиях карбонатного коллектора во избежание закупорки призабойной зоны пласта, испытания карбонатных коллекторов необходимо проводить в минимальные сроки после их вскрытия.

В зависимости от полученных геологических результатов и технического состояния скважины далее необходима оперативная интерпретация данных ГИС.

Второй этап состоит в оперативной интерпретации геофизических исследований скважин. При этом, как правило, используется усеченный комплекс методов ГИС, состоящий из кавернометрии и стандартного каротажа (КС, ПС), позволяющий выявить



по прямым качественным признакам (сокращение диаметра скважины, наличие глинистой корки, отрицательная аномалия ПС) пласты коллекторы и оценить характер их насыщения до данным электрического каротажа.

При исследовании скважин основным источником геофизической информации о насыщении пластов служат методы электрометрии. В методах электрометрии признаком продуктивного пласта является понижающее сопротивление, а водоносного пласта – повышающее сопротивление при проникновении фильтрата бурового раствора в пласт (при  $\rho_f > \rho_v$ ), что позволяет по указанным признакам оперативно оценить насыщение выделенных коллекторов и сопоставить с данными ГТИ.

Таким образом, по результатам интерпретации ГИС выполняется уточнение глубины залегания и характера насыщения пластов, количественная оценка коллекторских свойств, определение продуктивной мощности положения водонасыщенных пластов, выбор интервала испытания и мест установки пакеров.

Третий этап заключается в проведении и интерпретации данных испытателя пластов на трубах (ИПТ). Известно, что под испытанием пласта понимается комплекс работ, обеспечивающий вызов притока, отбор проб в пластовой жидкости и газа, выявление газонефте содержания пласта, определение его основных гидродинамических параметров. Целью проведения данного этапа является определение характера насыщения продуктивных пластов и оценка их промышленной значимости на основе прослеживания кривой восстановления давления (КВД) в интервале испытания после кратковременного дренирования последнего.

Записанная манометром развернутая кривая давления испытания, где по вертикали записаны значения давления в фильтре ( $p$ ), а по горизонтали - время от начала спуска до конца подъема инструмента ( $t$ ) позволяет судить, как проходил весь цикл испытания и определить гидродинамические параметры пласта такие как: пластовое давление  $p_{пл}$ ; гидропроводность пласта; потенциальный дебит  $Q$ ; коэффициент проницаемости  $k_{пр}$  в пластовых условиях; фактический коэффициент продуктивности; коэффициент закупорки  $\Pi_3$ .

Таким образом, в результате рассмотренной в работе методики комплексной интерпретации можно не только уверенно выделять породы-коллекторы и определять их характер насыщения по данным ГТИ и ГИС, но и давать оценку промышленной значимости продуктивных пластов по результатам интерпретации ИПТ.

## **КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГТИ И ГИС ПРИ РЕШЕНИИ ПРОГНОЗНЫХ НЕФТЕ-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ**

**Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В., Волкова М.С.**

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

На практике при интерпретации данных промыслово-геофизических исследований скважин измеряемым параметрам искусственных и естественных физических полей соответствует множество геолого-геофизических моделей, существенно различающихся между собой.

С целью преодоления неустойчивости обратных задач необходимо сузить число возможных решений путем привлечения дополнительной информации. В качестве главного прямого источника здесь выступает каменный материал (шлам, керн). Поэтому в общем комплексе оперативных методов изучения разрезов скважин в процессе бурения шламу и керну принадлежит ведущая роль. Кроме того, вовлечение в сферу исследования шламового материала открывает возможность изучения не только

пород-коллекторов, но и флюидоупоров, которые ранее оказывались за пределами исследования.

Необходимость получения возможно более полной информации об изучаемом объекте, требует получения большого числа геохимических и петрофизических параметров шлама и керна достигается рациональной последовательностью проведения различных видов анализов. При этом методы подготовки образцов к проведению измерений максимально унифицированы, что позволяет использовать одни и те же образцы для различных видов определений. Очередность аналитических работ предусматривает, в первую очередь, проведение неdestructивных исследований, чем обеспечивается получение геохимических и петрофизических характеристик на одних и тех же образцах.

В результате проведенных исследований и на основе опыта опробования в различных нефтегазонасных провинциях, разработан алгоритм комплексной методики оперативного анализа каменного материала при выполнении стационарных ГТИ и обоснована технологическая схема прогнозирования нефтегазонасности геохимическими, геофизическими и петрофизическими методами (рис. 1).

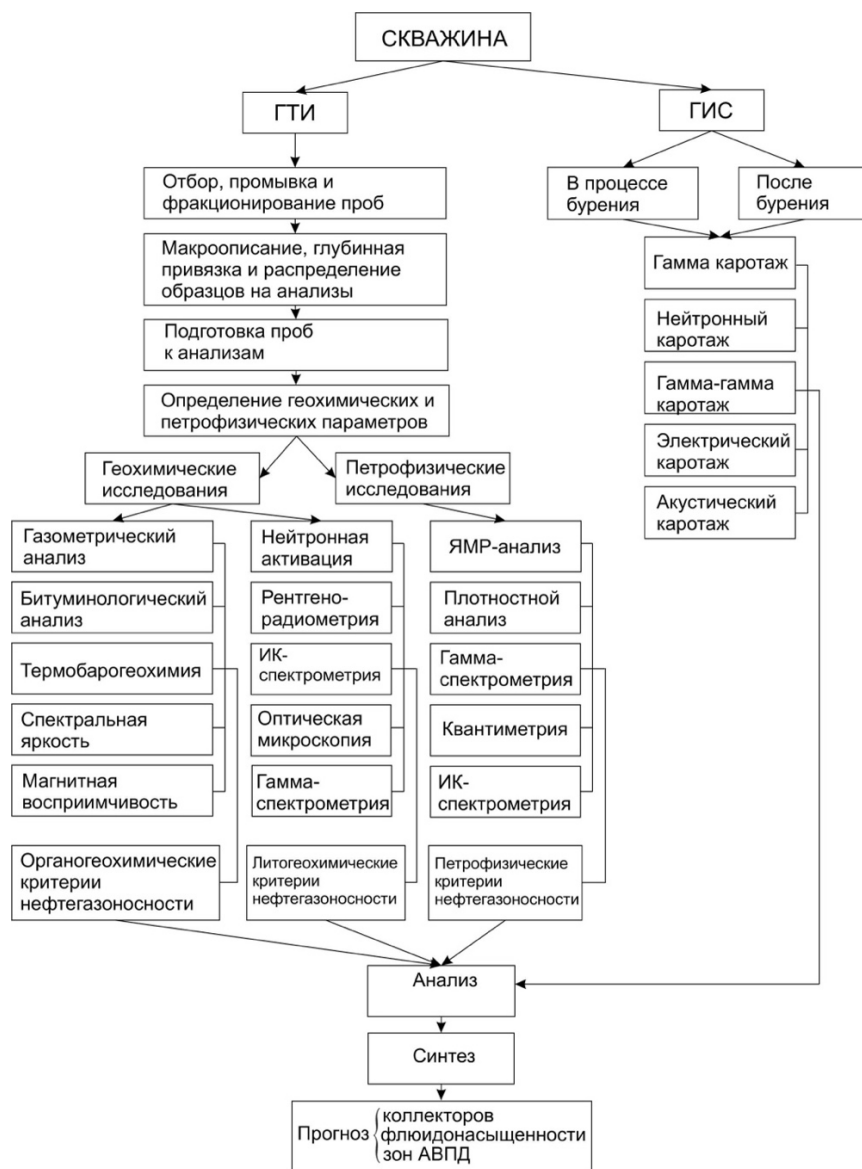


Рисунок 1 – Технологическая схема решения прогнозных нефтегеологических задач в системе ГТИ – ГИС

Предложенная технологическая схема моделирования резервуара нефтегазовой залежи, включает следующую последовательность:

- по результатам анализа каменного материала выделяют основные литотипы пород и осуществляют их детальную привязку к фактическим глубинам залегания;
- определяют геохимические и петрофизические свойства пород;
- по сопоставлению коллекторских свойств, полученных по каменному материалу, с данными ГИС выделяются типы коллекторов;
- прослеживают в разрезе вариации литотипов пород, мощностей коллекторских и экранирующих толщ;
- выявляют их связи со структурой и фациальной зональностью.

Вышеизложенное создает предпосылки, как для локального прогноза зон коллекторов с наилучшими емкостными характеристиками, так и зон их отсутствия.

В то же время получение информации о петрофизических свойствах пород *in situ*, большой радиус исследования, способность осуществлять мониторинг исследуемых параметров не только в функции пространственных координат, но и во времени дает методам ГИС возможность решать нефте-геологические и геофизические задачи, в принципе не решаемые по каменному материалу.

Отсюда вытекает настоятельная необходимость комплексного исследования всего каменного материала, как в образцах керна, так и в пробах шлама, и тесной взаимосвязи их результатов между собой и с данными ГИС. Лишь при таком подходе может быть получен максимум информации о разрезах осадочных нефтегазоносных толщ и литолого-петрофизических особенностях слагающих их пород. Поэтому исследования каменного материала в системе ГТИ и ГИС должны рассматриваться в качестве равноценных составляющих единого процесса изучения околоскважинного пространства, роль и место которых обуславливается соответствующей стадией горно-геологического процесса.

## **СЕВЕРНАЯ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ЗОНА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА: АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

**Грожек П.А.**

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»*

Припятский прогиб – отрицательная тектоническая структура Восточно-Европейской платформы. Он заполнен мощной (до 6 км) толщей преимущественно осадочных пород различного геологического возраста. Припятский прогиб выполнен мощной толщей осадочных и частично вулканогенных образований, которые представлены породами верхнего протерозоя ( $PR_2$ ), девонской ( $D$ ), каменноугольной ( $C$ ) и пермской систем ( $P$ ), а также мезо-кайнозоя ( $MZ-KZ$ ). Из них основную часть составляют верхнедевонские отложения ( $D_3$ ), которые включают мощные соленосные толщи и нефтепродуктивные горизонты.

Для Припятского прогиба характерна чрезвычайно сложная складчато-сбросовая тектоника. Здесь выделяются отдельные тектонические ступени, горсты и грабены, которые, как и прогиб в целом, образовались в результате блоковых движений по линиям разломов. В северной части прогиба находятся Речицко-Шатилковой и Малодушинско Краснослободской блоки. Речицко-Шатилковский блок имеет длину около 240 км и ширину 10 – 25 км [1].

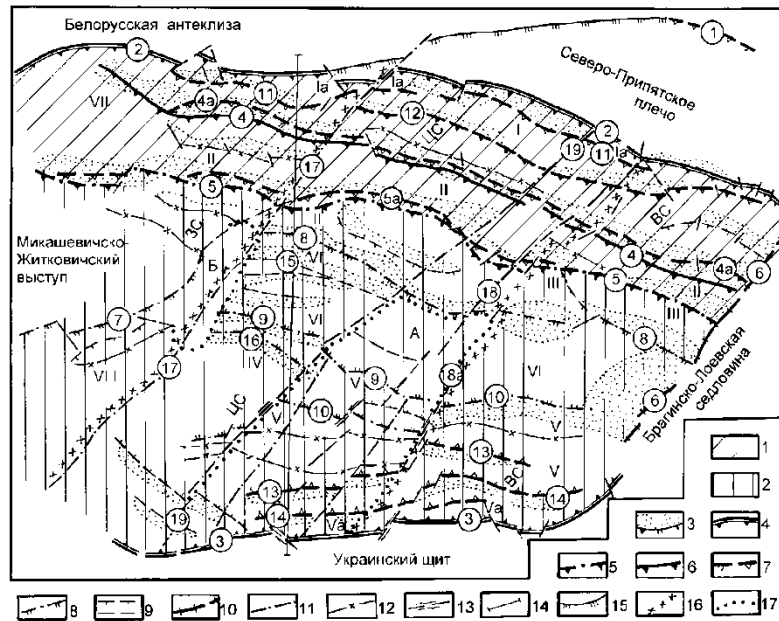


Рисунок 1 Схема тектонического районирования поверхности фундамента и подсолевого комплекса Припятского прогиба. Составили Р.Е. Айзберг, Р.Г. Гарецкий, С.В. Клушин, А.М. Синичка. З.Л. Познякевич

Продольные тектонические элементы – структуры второго порядка: 1 – Северная зона ступеней; 2 – Внутренний грабен; структуры третьего порядка: I – Речицко-Шатилковская, II – Червонослободско-Малодушинская, III – Заречинско-Великоборская, IV – Шестовичско-Сколодинская, V – Наровлянско-Ельская тектонические ступени, VI – Петриковско-Хобнинская зона осевых погруженных выступов и периклиналей. VII – Старобинская, VIII – Туровская депрессии; 3 – структуры четвертого порядка – зоны линейных приразломных поднятий; внепорядковые структуры: Ia – Северная зона борто-вых уступов, Уа – Южная зона бортовых уступов; поперечные тектонические элементы: ЗС – Западный сегмент, ЦС – Центральный сегмент, ВС – Восточный сегмент; зоны мозаичных поднятий: А – Дубровско-Валавская, Б – Примикашевичская; разломы листрические мантийного заложения: 4 – суперрегиональные; 5 – региональные, 6 – субрегиональные, 7 – листрические, сопутствующие мантийным; листрические коровые: 8 – субрегиональные; 9 – прочие; 10 – глубинный разлом, ограничивающий Припятский грабен на востоке; 11 – разломы доплатформенные, отражающиеся флексурно-разломными зонами чехла и ограничивающие поперечные сегменты и структуры; кинематические типы разломов: 12 – согласные сбросы; 13 – сдвиги; 14 – линия профиля ГСЗ-ОГТ; условные границы: 15 – Припятского прогиба; 16 – поперечных сегментов; 17 – поперечных мозаичных поднятий Припятского прогиба; разломы (цифры в кружках); 1 – Жлобинский, 2 – Северо-Припятский, 3 – Южно-Припятский, 4 – Речицко-Вишанский основной, 4а – Речицко-Вишанский сопутствующий, 5 – Червонослободско-Малодушинский основной, 5а – Червонослободско-Малодушинский сопутствующий, 6 – Лоевский, 7 – Микашевичский, 8 – Азерецко-Великоборский, 9 – Шестовичско-Гостовский, 10 – Буйновичско-Наровлянский, 11 – Глусско-Березинский, 12 – Оземлинско-Первомайский, 13 – Дубровско-Ельский, 14 – Выступовичский, 15 – Копаткевичский, 16 – Сколодинский, 17 – Малыньско-Туровский, 18 – Первомайско-Заозерный основной, 18а – Первомайско-Заозерный сопутствующий, 19 – Пержанско-Симоновичский.

Припятская нефтеносная область является составной частью Днепровско-Припятской газонефтеносной провинции.

Промышленная нефтеносность связана с подсолевыми терригенными (вильчанская серия венда, полоцкий и ланский горизонты среднего и верхнего девона) и карбонатными (саргаевский, семилукский, воронежский горизонты), межсолевыми (задонский, елецкий, петриковский горизонты) и верхними солевыми (лебединский и стрешинский горизонты) отложениями верхнего девона. Большинство месторождений группируются в зоны нефтенакопления и связаны с несогласными листрическими разломами мантийного и сопутствующими им несогласными сбросами более мелкого заложения [1].

Залежи нефти связаны: 1) с зонами приразломных поднятий в пределах поднятых и опущенных крыльев крупноамплитудных разломов; 2) с приразломными ловушками поднятых крыльев малоамплитудных разломов на склонах тектонических ступеней; 3) с зонами приразломных поднятий в пределах бортовых уступов; 4) с участками фациального замещения пород.

Объектом изучения в данной работе является Северная структурно-тектоническая зона Припятского прогиба. Здесь проведен комплекс геофизических работ: полевые сейсморазведочные работы ЗД, а также камеральные сейсморазведочные работы. Полевые сейсморазведочные работы проводятся геофизической партией Республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии» и РУП «Производственное объединение Белоруснефть».

Выделяют два основных способа сейсморазведки, которые отличаются в зависимости от применяемых волн:

- методика отражаемых волн. В этом случае волны один раз отражаются и акцентируются, отходя от границ изучаемой области. За счет того, что зона покрывается большим количеством волн, создается общая картина;
- методика преломляемых волн. Волна проходит между двумя отдельными пластами. Происходит преломление и создает новую, расположенную под углом. Такой метод узкоспециализированный и применяется не всегда.

Кроме того, выделяют типы сейсморазведки в зависимости от расположения принимающего элемента и источника. Они могут совмещаться, находиться на одной линии либо в виде комплекса прямых.

Полевые сейсмические работы. Проведение полевых сейсморазведочных работ начинается с первой стадии, когда требуется получить волны двух типов – расположенные поперечно и продольно. Это можно достичь тремя методами:

- подрывать тротил в глубину около 20 м;
- длительно воздействовать вибрационными волнами на горную породу;
- влиять на горную породу импульсами короткими периодами.

Первый метод создает мощный взрыв, но использование тротила обладает и недостатками. В частности, подготовительные работы и ликвидация последствий затягиваются. При таком взрыве пострадает природа. Воздействие импульсами и вибрацией обладает более слабым влиянием на породу, но зато оно лучше управляемо, чем взрывы, а также не вредит окружающей среде.

Важной стадией сейсмических разведочных работ является прием колебаний, которые отражаются. Для этого предусмотрен прибор, который преобразует получаемый тип волн в электрический. Он называется сеймоприемником. Из электрических импульсов потом составляется сейсмограмма. Благодаря ней потом исследуются характеристики волн на определенных участках и осуществляется тщательное исследование зон, проводится картографирование.

Следующим этапом является обработка собранной информации. Программное обеспечение отсеивает помехи, предотвращая дезинформирование. Окончательный материал после исследования называется разрезом геологических сред.

Камеральные сейсмические работы – это извлечение полезной информации из полевых сейсмических записей, происходит в процессе их обработки и интерпретации. От качества выполнения этой работы зависят полнота, надежность и точность получаемых геологических результатов.

Автором наиболее детально рассмотрен Салтановский участок, расположенный в пределах Северной структурной зоны Припятского прогиба. Салтановский участок включает Дубровскую межсолевою структуру, Крынковскую внутреннюю структуру, Ребусскую межсолевою структуру, Рудецкую подсолевою структуру, Елизаровскую внутреннюю структуру.



Салтановский участок расположен в Речицком районе Гомельской области. В тектоническом отношении он находится в восточной части Речицко-Вишанской ступени и приурочен к одноименной структуре. Залежи нефти выявлены в отложениях верхнего протерозоя, елецко-задонскоком, елецком, лебедянском, семилукском горизонтах верхнего девона.

В геологическом строении структуры принимают участие породы кристаллического фундамента архейско-нижнепротерозойского возраста и осадочного чехла, представленные верхнепротерозойскими, девонскими, каменноугольными, пермскими и мезокайнозойскими образованиями, разделенными между собой крупными перерывами в осадконакоплении.

Кристаллический фундамент вскрыт 32 скважинами и охарактеризован керном в 17 скважинах. Породы фундамента представлены биотитовыми, гранат-биотитовыми гнейсами, гранат-биотитовыми плагиогнейсами и гранито-гнейсами. Верхний протерозой сложен песчаниками кварц-полевошпатовыми разномерными, прослоями переходящими в гравелиты. В центральной части структуры отложения размыты. Девонская система представлена верхним отделом. Отложения этого возраста принято делить на 6 комплексов: подсолевой терригенный, подсолевой карбонатный, нижнесоленосный, межсолевой, верхнесоленосный и надсолевой.

С целью анализа проведенных геолого-разведочных работ изучена серия поисковых скважин.

Скважина Н-1 Дубровская: забой скважины находится на глубине 3550 м – вскрыт домановичский горизонт (*dm*). После проведенных работ был произведен подсчет геологических запасов углеводородов по категории С2 и Д0, запасы составили 0,111 у.е. Извлечено было 0,033 у.е. По итогам проведенного комплекса геофизических работ ожидается прирост углеводородов, продуктивными толщами являются елецко-задонский (*el-zd*) горизонт, добыча должна составить 0,016 у.е. на 2025 год.

Скважина Северо-Рудецка: забой скважины находится на глубине 4200 м – вскрыты толщи верхнего протерозоя (*PR<sub>2</sub>*). Извлечено было 0,193 у.е. углеводородов. По итогам проведенного комплекса геофизических работ ожидается прирост углеводородов, продуктивными толщами являются семилукский (*sm*) горизонт, добыча должна составить 0,1 у.е. на 2025 год.

Скважина Северо-Елизаровская: забой скважины находится на глубине 3000 м – вскрыт лебедянский горизонт (*lb*). Извлечено было 0,176 у.е. углеводородов. По итогам проведенного комплекса геофизических работ ожидается прирост углеводородов, продуктивными толщами являются лебедянский (*lb*) горизонт, добыча должна составить 0,085 у.е. на 2026 год.

Скважина Северо-Крынковская: забой скважины находится на глубине 3000 м – вскрыт лебедянский горизонт (*lb*). Извлечено было 0,086 у.е. углеводородов. По итогам проведенного комплекса геофизических работ ожидается прирост углеводородов, продуктивными толщами являются лебедянский (*lb*) горизонт, добыча должна составить 0,043 у.е. на 2027 год.

Скважина С-1 Ребусская: забой скважины находится на глубине 3150 м – вскрыт елецкий горизонт (*el*). После проведенных работ был произведен подсчет геологических запасов углеводородов по категории С2 и Д0, запасы составили 0,510 у.е. Извлечено было 0,056 у.е. По итогам проведенного комплекса геофизических работ ожидается прирост углеводородов, продуктивными толщами являются елецкий (*el*) горизонт, добыча должна составить 0,028 у.е. на 2027 год.

Таким образом, проанализировав данные по поисковым скважинам в пределах Салтановского участка можно сказать следующее, нефтепродуктивные пласты картируются в пределах домановичского, лебедянского, елецкого, заданского горизонтов позднего девона, как и в большинстве нефтяных месторождений

Припятского прогиба. Значительная часть месторождений Припятского прогиба практически выработана и находится на последней стадии. Однако, в настоящее время ведутся работы по изучению нетрадиционных коллекторов и добыче углеводородов из труднодоступных и сложнопостроенных пород-коллекторов.

#### Список использованных источников

1 *Махнач, А.С.* Геология Беларуси / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев – 1-е изд. – Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001 – 815 с.

### НОВЫЕ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ТУРОНУ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА (РАЗРЕЗ АКСУ-ДЕРЕ)

А.Ю. Гужиков<sup>1</sup>, В.А. Фомин<sup>1</sup>, Е.Ю. Барабошкин<sup>2</sup>, Е.С. Авенирова<sup>2</sup>, Н.А. Ртищев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Палеомагнетизм туронских отложений ЮЗ Крыма исследован ранее в трех разрезах: гора Кизил-Чигир (село Трудолюбовка), овраг Аксу-Дере и Туронский Лог, расположенным в долинах рр. Бодрак, Кача и Бельбек соответственно. В разрезах Кизил-Чигир и Туронский Лог изучен нижний подъярус, в разрезе Аксу-Дере (обн. Аксу-Дере-1) – верхний (при двучленном делении турона). Пограничный интервал нижнего – верхнего турона до настоящего времени не был опробован.

Судя по имеющимся данным [2, 3], туронскому ярусу ЮЗ Крыма свойственна доминирующая прямая полярность, что согласуется с общепринятыми представлениями о режиме геомагнитного поля [4]. Нижний турон характеризуется высокими концентрациями палеомагнитных направлений, в то время как верхи верхнего турона отмечены аномально большими разбросами палеомагнитных векторов, которые интерпретируются нами, как палеогеомагнитные вариации. Подобные вариации, наряду с многочисленными экскурсами, документируются и в более молодых отложениях [2], образуя в сводном разрезе верхнего мела ЮЗ Крыма зону аномальной полярности (*Ab-st*), соответствующую верхнему турону – сантону (за исключением самых верхов яруса) [1]. Подобный аномальный режим геомагнитного поля, свойственен эпохам геомагнитных инверсий, продолжительность которых по современным данным не превышает 20 тыс. лет [5]. Однако надежное палеонтологическое обеспечение изученных разрезов не позволяет сомневаться в стратиграфической полноте верхнетуронских, коньякских и нижне(?)-верхнесантонских отложений, формировавшихся на протяжении ~ 6 млн лет [4]. Палеомагнитные данные по верхнему турону – сантону ЮЗ Крыма противоречат концепции стабильного режима прямой полярности в туронском, коньякском и сантонском веках [4] и, в совокупности с магнитостратиграфической информацией по другим регионам, предполагают возможность пересмотра существующих представлений о нормальном режиме геомагнитного поля в конце Мелового суперхрона.

В 2022-23 гг. нами продолжено полевое и лабораторное изучение турона разреза Аксу-Дере. В обнажениях Аксу-Дере-3 (3217), Аксу-Дере-4 (3235) и Аксу-Дере-5 (3236) опробованы, начиная от границы с сеноманом, оба туронских подъяруса. В общей сложности в этих обнажениях отобраны ориентированные штуфы со 100 уровней (рис.

1). По условиям обнаженности дойти до подошвы коньякского яруса в непрерывном разрезе не удалось, и нами было изучено еще одно обнажение – Аксу-дере-8 (3246), в котором взяты палеомагнитные образцы с 33 уровнями (рис. 2), для того чтобы ликвидировать перерыв неустановленной мощности в опробовании верхнетуронских отложений между обн. Аксу-Дере-5 и обн. Аксу-Дере-1.

Результаты исследований турона Аксу-Дере важны для проверки гипотезы об аномальном режиме позднеуронского – сантонского геомагнитного поля. Лучшим доказательством гипотезы является согласованность данных в удаленных разрезах. Ранее аномально большие разбросы палеомагнитных направлений в сантоне удалось проследить в одновозрастных отложениях долины р. Бельбек (разрез горы Чуку) [2]. Не менее важным для подтверждения существования палеомагнитных вариаций было бы обнаружение в нижнем туроне долины р. Качи (разрез Аксу-Дере) таких же высоких палеомагнитных кучностей, как и в нижнетуронских отложениях долин Бодрака (разрез Кизил-Чигир) и Бельбека (разрез Туронский Лог) [3]. Кроме того, в овраге Аксу-Дере впервые в непрерывном разрезе опробован пограничный интервал нижнего–верхнего турона, по результатам изучения которого предполагалось уточнить положение нижней границы магнитозоны аномальной полярности. В практическом смысле результаты магнитостратиграфического изучения важны для дополнительного расчленения разреза, выявления корреляционных реперов, в том числе маркеров стратиграфических границ.

Магнитные свойства пород, слагающих обнажения 3217, 3235, 3236 и 3246, очень похожи на палео- и петромагнитные характеристики туронских отложений, изученных ранее. В них также широко проявлен диамагнитный эффект (магнитная восприимчивость ( $K$ )  $< 0$ ), но естественная остаточная намагниченность ( $J_n$ ) при этом достаточно большая – до  $3 \cdot 10^{-3}$  А/м. Большинство образцов ( $> 70\%$  от общего объема коллекции) характеризуются высоким палеомагнитным качеством, доминируют породы с однокомпонентной намагниченностью, являющейся характеристической (**ChRM**).

Результаты исследований обнаружили высокие палеомагнитные кучности в нижнем туроне и низах верхнего турона (вплоть до верхов зоны *Inoceramus costelatus*). Редкие палеомагнитные аномалии (экскурсы) в этом стратиграфическом интервале встречаются на единичных уровнях, спорадически рассеянных по разрезу. К верхам зоны *I. costelatus* приурочено начало мощного (не менее 6 м) интервала аномальной полярности, подошву которого, вероятно, целесообразно принять за основание магнитозоны  $A_{t3-st}$ . Таким образом, гипотеза о том, что режим геомагнитного поля мелового суперхрона приобрел аномальный характер, начиная с позднего турона, получила весомое подтверждение.

Интервал, изученный в обн. Аксу-Дере-8 (3246), судя по полученным данным, не ликвидирует перерыва в обнаженности между обн. Аксу-Дере-5 (3236) и обн. Аксу-Дере-1 [2]. Характерные пики  $J_n$  и остаточной намагниченности насыщения ( $J_{rs}$ ), наблюдаемые в основании верхнего турона в обн. 3236 (рис. 1), однозначно опознаются в низах обнажения 3246 (рис. 2) и, наряду с характерными изменениями других петромагнитных параметров на этом уровне, являются перспективными корреляционными реперами, маркирующими границу туронских подъярусов. Отсутствие в обн. 3236 аналогов интервала аномальной полярности, зафиксированного в обн. 3246, позволяет предполагать разную полноту этих двух разрезов, что вполне вероятно, учитывая многочисленные поверхности перерывов в верхнетуронских отложениях.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00091, <https://rscf.ru/project/22-17-00091/>.*



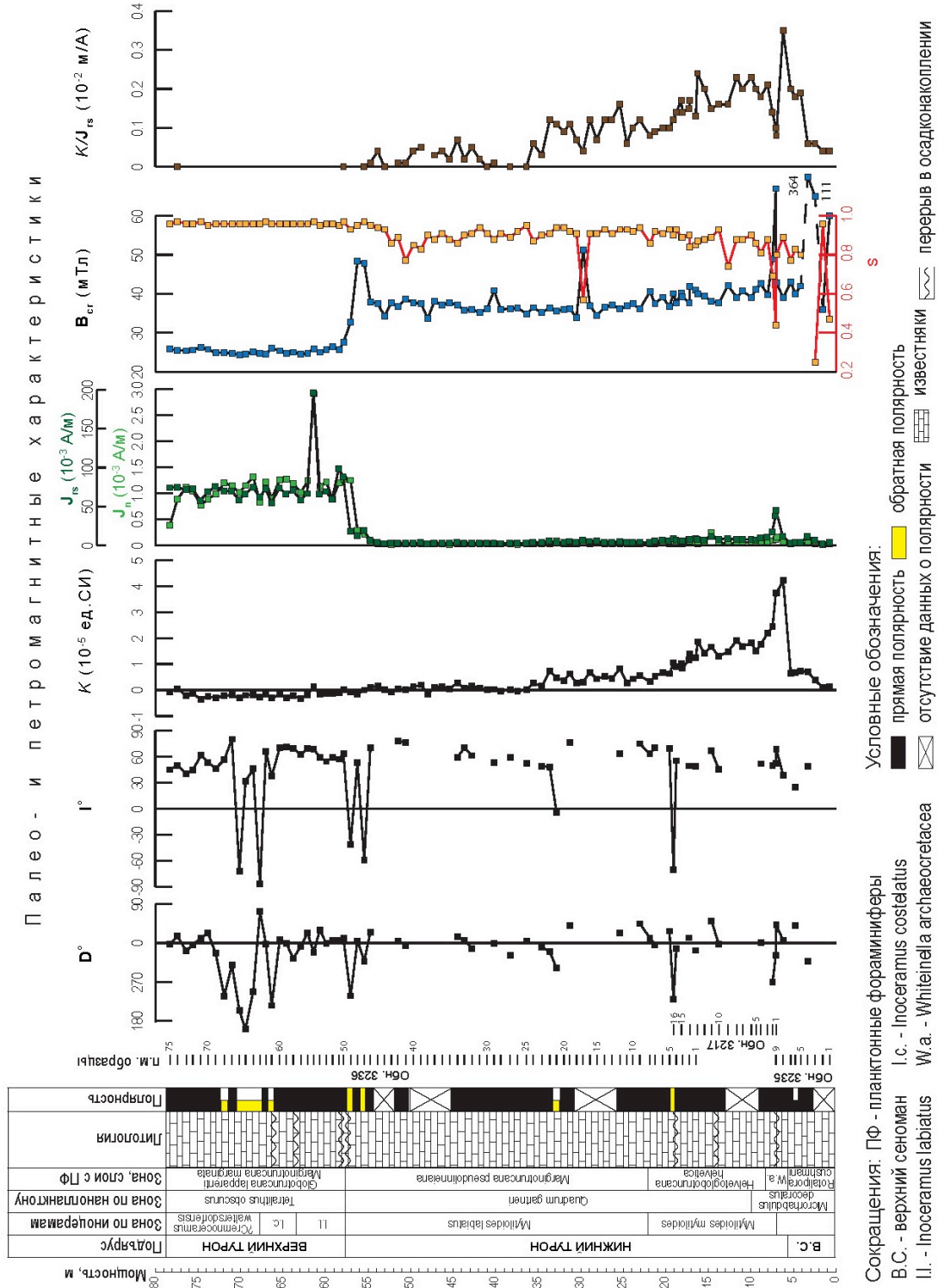


Рисунок 1 – Магнитостратиграфический разрез туронских отложений разреза Акуе-дере: обн. Акуе-дере-3 (3217), Акуе-дере-4 (3235) и Акуе-дере-5 (3236).

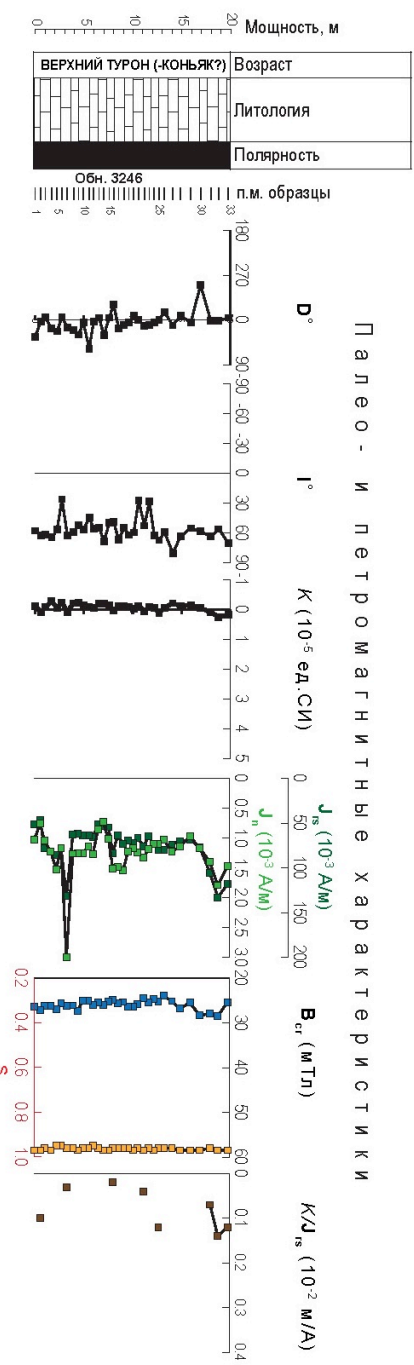


Рисунок 2 – Магнитостратиграфический разрез верхнетуронских (-коньякских?) отложений разреза Аксу-Дере: обн. Аксу-Дере-8 (3246). Условные обозначения см. на рис. 1.

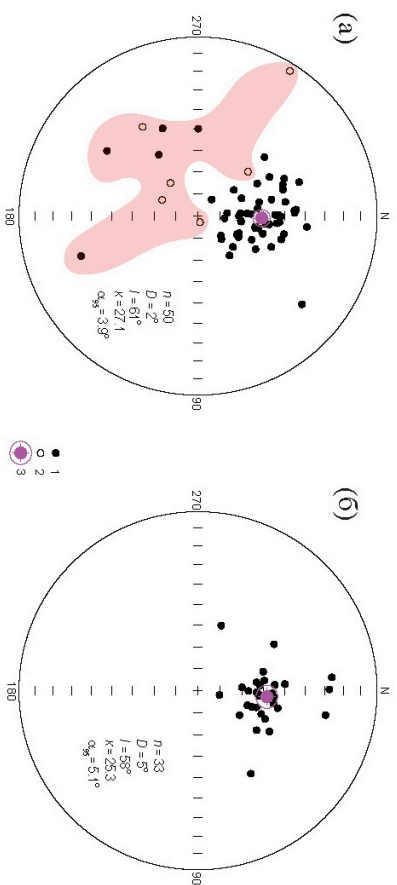


Рисунок 3 – Стереографические проекции  $SIRM$  в стратиграфической системе координат:

(а) – по разрезу Аксу-Дере (обнажение 3235, 3217, 3236), (б) – по разрезу Аксу-Дере (обнажение 3246).

Условные обозначения: 1, 2 – проекции  $SIRM$  на нижнюю и верхнюю полушеры соответственно, 3 – среднее направление векторов  $SIRM$ ,  $n$  – количество образцов,  $D$ ,  $I$  – среднее палеомагнитное склонение и наклонение соответственно,  $k$  – межпластовая кучность,  $\alpha_{95}$  – радиус круга доверия среднего палеомагнитного вектора. На стереограмме (а) фоном выделены направления, исключенные из расчета палеомагнитной статистики.

### Список использованных источников

1 Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю. Магнитостратиграфия верхнего мела Юго-Западного Крыма // *Геология и водные ресурсы Крыма. Полевые практики в системе Высшего образования. Материалы конференции / Под редакцией В.В. Аркадьева – СПб, Изд-во ЛЕМА, 2022. С. 39-42.*

2 Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю., Рябов И. П., Устинова М. А., Вишневская В.С. Аномальные особенности режима геомагнитного поля в конце Мелового суперхрона нормальной полярности по результатам исследований турона–сантона Юго-Западного Крыма // *Физика Земли, 2024, № 1. С. 11–36.*

3 Кравцов Н.В., Авенирова Е.С., Ртищев Н.А. Магнитостратиграфическая характеристика пограничного интервала сантона–кампана в разрезе «Туронский лог» (долина р. Бельбек, Юго-Западный Крым) // *Геологи XXI века: Мат-лы XXIII Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов (Саратов, 7 апр., 2023 г.) – Саратов: Изд-во «Техно-Декор», 2023. С. 28-30.*

4 Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.B., Ogg G. M. Geologic Time Scale 2020. Vol. 2. Amsterdam, Oxford, Cambridge: Elsevier, 2020. 1357 p.

5 Valet J-P., Herrero-Bervera E. Geomagnetic reversals, archives // *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism, Springer, 2007. P. 339-344.*

## УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА БАЗЕ ТРЁХМЕРНОГО БАССЕЙНОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Зубков В.А.**

*АО ««Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа»*

Одним из ключевых инструментов геологоразведки ведущих мировых компаний на сегодняшний день является бассейновое моделирование. Северо-Запад Томской области – удобный полигон для полномасштабного трёхмерного моделирования. Здесь открыты залежи в трёх структурных этажах – палеозойском, юрском и меловом. Район неоднократно становился объектом комплексного изучения. В то же время, исследователи либо использовали достаточно условную информацию о распространении коллекторов, либо не пользовались результатами геохимических анализов.

Целью данной работы было построение трёхмерной динамической модели формирования залежей углеводородов (УВ) в юрских отложениях на северо-западе Томской области с учётом накопленной геохимической информации и актуальной геологической модели.

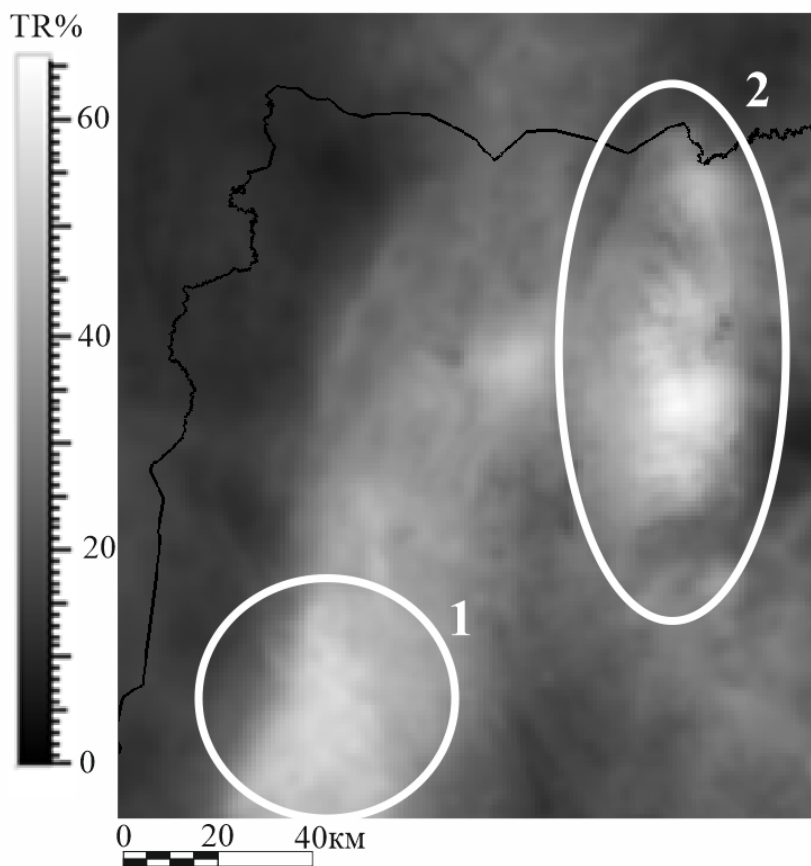
Объектом исследования является небольшой участок чехла Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна на северо-западе Томской области 150 x 170 км.

Тепловой поток на кровле фундамента распределён неравномерно по площади исследуемой территории. Свой вклад внесли тектонические процессы, сопровождающие образование Колотогорского мезопргиба и массивная гранитоидная интрузия пермского возраста в отложениях доюрского основания в районе Криволуцкого вала.

Степень катагенеза и максимальная палеотемпература отложений откалиброваны с учётом исследований отражательной способности витринита [1], пиролиза [2] и масс-спектрометрии [3] кернa скважин.

Согласно выполненным расчётам выделено два основных очага генерации нефти (рисунок 1).

Первый приурочен к наиболее погруженной части Колтогорского, второй очаг располагается над Криволуцким батолитом. Первым в окно интенсивной генерации жидких УВ входит район Криволуцкого вала, в ходе дальнейшего погружения активное образование нефти начинается в наиболее погруженной части Колтогорского мезопргиба. Исторический максимум интенсивности нефтегенерации на исследуемой территории наблюдается в настоящее время. При этом лишь небольшая площадь баженовских нефтематеринских пород в районе Криволуцкого вала достигла более чем 50% преобразованности органического вещества

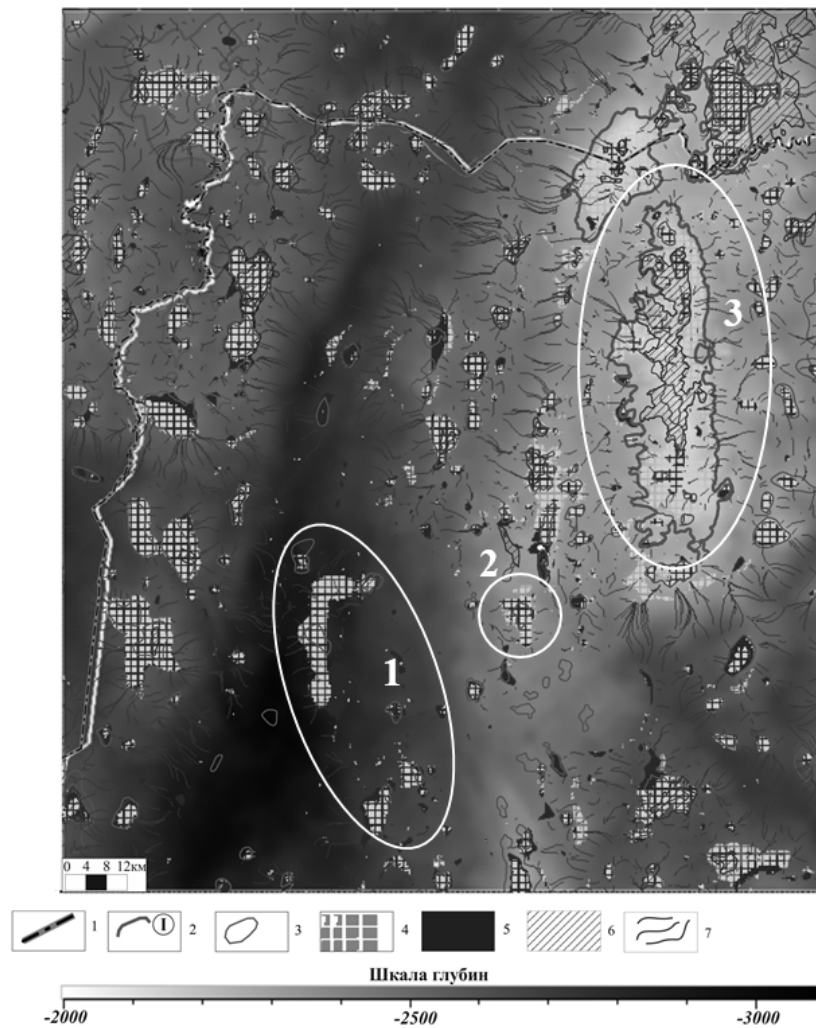


*1,2 – выделенные очаги генерации*

Рисунок 1 — Схема современного коэффициента преобразованности (TR-transformation ratio) органического вещества баженовской свиты

Известно [4], что залежи мелового газонефтеносного комплекса в районе контролируются практически исключительно посттуронскими тектоническими нарушениями, т.е. миграция через мощную глинистую куломзинскую свиту, перекрывающую нефтематеринский баженовский горизонт, возможна только по разломам. В масштабе выполненной работы учесть влияние разломной тектоники оказалось невозможным в связи с недостаточной изученностью территории. Поэтому, при расчёте модели, миграция флюидов выше баженовской свиты протекает исключительно медленно.

В качестве основного механизма первичной миграции УВ принято возникновение в процессе генерации УВ аномально высокого порового давления в нефтематеринской породе и его разгрузка в пласт коллектор по трещинам автогидроразрыва. Миграция УВ в резервуаре смоделирована двумя методами, отличающимися математическим аппаратом, каждый из них представляет комбинацию различных гидродинамических расчётов для слабопроницаемых и проницаемых пород.



1 - административная граница; 2 - структуры третьего порядка; 3 - локальные поднятия; 4 – зоны аккумуляции УВ по первому методу; 5- зоны аккумуляции УВ по второму методу; 6 – балансовые контуры месторождений углеводородов в отложениях васюганской свиты; 7 – основные линии тока

Рисунок 2 – Структурная карта по подошве баженовской свиты с элементами дифференциации нефтегазоносных объектов и модельными зонами аккумуляции УВ

На исследуемой территории выделены перспективные неизученные бурением объекты и оценён их ресурсный потенциал. Так, поисковый интерес представляет серия зон аккумуляции, выделенная на террасе Колтогорского прогиба в юго-восточной его части (область 1 на рисунке 2). Насыщение ловушек обеспечивается близостью источника генерации. Зоны аккумуляции формируются не только за счёт структурного фактора, но и в результате формирования капиллярного барьера по восстанию пласта.

Областью 2 на рисунке 2 отмечена зона аккумуляции в районе Южно-Полуденного локального поднятия. Южно-Полуденное локальное поднятие расположено гипсометрически ниже Полуденного, расположенного чуть севернее. Однако, согласно модели, здесь сформированы залежи нефти в надугольной и подугольной толщах, в то время как на Полуденном месторождении надугольная толща практически заглинизирована. Территория Южно-Полуденного локального поднятия практически полностью изучена 3Д сейсморазведкой и результаты ее интерпретации подтверждают описанные перспективы.

Как показано выше, в большинстве своём контуры зон аккумуляции, рассчитанных разными методами, совпадают. Однако, имеются и отличия, которые



особенно проявляются на территориях с низкими значениями песчаности пласта-резервуара (область 3 на рисунке 2). Анализ распределения аккумуляций показывает, что при ухудшении качества коллектора по направлению тока флюида миграция по линиям тока продолжает осуществляться вплоть до граничного значения проницаемости коллектора, в то время как интенсивность перколяционного вытеснения изменяется более гибко в зависимости от проницаемости.

### **Выводы**

На изучаемой территории выделено два основных очага генерации нефти, контролируемые различными по природе геологическими процессами.

Смоделирован процесс формирования нефтяных залежей, при этом использовано два варианта расчёта миграции. При хорошо проницаемых коллекторах результаты расчёта миграции и аккумуляции практически идентичны, а для участков коллекторов с низкими фильтрационно-емкостными свойствами они отличаются.

Выделены перспективные, но не вскрытые бурением объекты. Их ресурсный потенциал позволяет рекомендовать данные объекты к дальнейшему геологическому изучению. Кроме того, выделены локальные структуры, не перспективные по результатам моделирования, что может позитивно отразиться на принятии управленческих решений.

Модель может быть использована как дополнительный инструмент оценки перспектив лицензионных участков и при выборе направления геологоразведочных работ.

### **Список использованных источников**

- 1 Неручев С.Г. О шкале катагенеза в связи с нефтегазообразованием/ Неручев В.Г., Вассоевич Н.Б., Лопатин Н.В.// Горючие ископаемые М., 1976. – с.47-62.
- 2 Гончаров И.В Катагенез органического вещества пород баженовской свиты юго-востока Западной Сибири (Томская область)/. Гончаров И.В, Самойленко В.В., Обласов Н.В., Фадеева С.В.// Нефтяное хозяйство. – 2013. – №10. – с. 32-37.
- 3 Патент РФ № 2004117234/28 07.06.2004. Способ определения зрелых нефтематеринских пород // Патент России № 2261438. 2005. Бюл. № 27. / Гончаров И.В., Самойленко В.В., Носова С.В., Обласов Н.В.
- 4 Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири// Новосибирск, издательство СО РАН, 2002, 253 с.

## **ЗНАЧЕНИЕ МОРСКИХ ЛИЛИЙ ДЛЯ БИОСТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РУССКОЙ ПЛИТЫ**

**Калякин Е.А.**

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

Фоссилии представителей четырех классов иглокожих (Echinoidea, Crinoidea, Asteroidea и Ophiuroidea) многочисленны в верхнемеловых отложениях Русской плиты (РП). Они встречены от нижнего турона до верхнего маастрихта и приурочены в основном к породам карбонатного состава. Известно значение морских ежей для биостратиграфии – выделено шесть биозон по *Micraster* для среднего турона – нижнего сантона и кампана – нижнего маастрихта (Первушов и др., 2022б). Сведения таксономическом составе, стратиграфической приуроченности и о площадном

распространении морских лилий, морских звезд и офиур только накапливаются, а находки поздне меловых голотурий на территории РП не известны РП (Калякин, 2023).

Первые упоминания о поздне меловых криноидеях Поволжья относятся к первой половине девятнадцатого века. П.М. Языков (1832) в списках видов фоссилий из белого мела Симбирской губернии (Ульяновская область) среди прочих приводит *Pentacrinus basaltiformis* Miller. Э. Эйхвальд (1837) описал два вида *Bourgueticrinus ellipticus* (Miller) и *Pentacrinus florifer* Eichwald из Поволжья. Последний вид, установленный из маастрихта разреза Языково (Ульяновская область), после ревизии отнесен к *Buchicrinus florifer* (Eichwald) (Кликушин, 1980). И.И. Лагузен (1873), в своей работе посвященной описанию окаменелостей белого мела Симбирской губернии приводит краткие описания поздне меловых иглокожих, в том числе морских лилий – *B. ellipticus* (Miller) и *P. florifer* Eichwald. А.Д. Архангельский и С.А. Добров (1913) указывали находки *P. florifer* Eichwald из верхне меловых отложений района г. Вольска и г. Хвалынска (Саратовская область).

Данные о стратиграфическом распространении и таксономическом разнообразии криноидей в верхне меловых отложениях некоторых районов бывшего СССР обобщены в работах В.Г. Кликушина (Кликушин, 1975, 1980, 1982, 1991; Klikushin, 1982a, b, 1983). Им же проведены монографические описания многих таксонов. Для Поволжья упомянуты находки представителей *Bourgueticrinus* sp. в туронских и *Bourgueticrinus fischeri* (Geinitz) в коньякских отложениях, а также «обычные находки» *Uintacrinus socialis* Grinnel в верхнем сантоне. Находки этого вида в регионе до сих пор повторить не удалось. В кампане Поволжья им установлен *B. ellipticus* (Miller), а в маастрихте *Buchicrinus florifer* (Eichwald). В.Г. Кликушин, по развитию и распространению поздне меловых морских лилий, проводит условное разделение южных районов бывшего СССР на три области. К одной из этих областей, характеризующейся по мнению автора преобладающим развитием бургуетикринид, редкостью изокринид и распространением поздне сантонских *Uintacrinus* отнесено Поволжье (Кликушин, 1980; Арендт и др., 1987).

Известные сведения о распространении морских лилий в верхне меловых отложениях РП (Кликушин 1980; Klikushin, 1982a, 1982b, 1983) дополнены новыми данными, полученными автором данной публикации. Впервые в пределах РП были установлены ровеакриниды. Элементы их скелета, наравне с другими мелкоразмерными остатками иглокожих, выявлены благодаря изучению порошков, полученных в результате дезинтеграции микрофаунистических проб, с помощью 94% уксусной (ледяной) кислоты. Представлены они в основном разрозненными брахиальными табличками. В нижне коньякском интервале разреза Нижняя Банновка (зона *Micraster coranguinum* – *Micraster rogalae*) установлен ? *Drepanocrinus communis* (Douglas), а в нижне кампанском интервале разреза Атемар (республика Мордовия), многочисленные остатки, предположительно принадлежащие роду *Stellacrinus*. Оба таксона известны из одновозрастных отложений Англо-Парижского бассейна. В туронском – коньякском интервале разреза Новодевичье (Самарская область) также установлены разрозненные элементы ровеакринид, а в нижнем коньяке разреза Нижняя Студенка (Саратовская область) впервые установлена чашечка морской лилии, предположительно, *Roveacrinus* sp.

Представители отряда Roveacrinida появляются в геологической летописи со среднего триаса и исчезают, по одним данным, на границе мела и палеогена, в позднем маастрихте (Gale, 2020), а по другим - в дании (Hess, 2011). Однако, на данный момент нет однозначной уверенности в родстве триасовых форм с юрскими и меловыми (Gale, 2020). Ровеакриниды – мелкоразмерные, бесстебельчатые всеветно распространенные пелагические морские лилии. На данный момент меловые формы объединены в двадцать шесть родов, которые встречены преимущественно в альбских – маастрихтских отложениях Западной Европы (Англия, Франция, Германия, Нидерланды, Польша,

Чехия, Швеция, Испания), Турции, Индии, Африки (Алжир, Ангола, Тунис, Марокко, Сирия), Северной Америки (США (Техас), Мексика), Южной Америки (Бразилия), о. Ямайка (Hess, 2011). Известны находки юрских – нижнемеловых форм, полученные в результате глубоководного бурения на западе Атлантики.

Долгое время, при проведении микропалеонтологических исследований этой группе не уделялось должного внимания, а ее значение для детальных биостратиграфических исследований оставалась недооцененной. В настоящее время ровеакриниды являются важными биостратиграфическими маркерами верхнемеловых отложений многих регионов, где один вид характеризует узкий стратиграфический интервал. На основании последовательной смены видов в альбских – кампанских отложениях выделено 53 биостратиграфические зоны: 12 в альбе, 5 в сеномане, 13 в туроне, 6 в коньяке, 6 в сантоне и 11 в кампане (Salamon et al., 2019; Gale, 2020).

Наибольшее количество видов морских лилий в верхнемеловых отложениях РП известно по находкам чашечек и фрагментов чашечек из разреза Чухонастовка (Волгоградская область). Здесь установлены: *B. fischeri* (Geinitz), *B. ellipticus* (Miller), *Glenotremites paradoxus* Goldfuss, *Amphorometra* gr. *conoidea* (Goldfuss). *G. paradoxus* Goldfuss, известен из сеноманских – сантонских отложений Чехии, Польши, Англии, Франции, Германии, а *A. gr. conoidea* (Goldfuss) известен из верхнего кампана – верхнего маастрихта Бельгии и Нидерландов (Jagt, 2000a; Selden, 2011). Впервые чашечки и фрагменты чашечек морских лилий так же были установлены в порошках микрофаунистических проб. В разрезе Нижняя Студенка (Саратовская область) в пробах установлены: чашечка *Roveacrinus* sp., *Amphorometra* sp., чашечка без проксимали *B. cf. fischeri* (Geinitz) (Калякин, 2023).

В разрезах РП среди морских лилий преобладают разрозненные членики *Bourgueticrinus* sp., которые, к сожалению, не определимы до уровня вида. Установленные по находкам чашечек и их фрагментов *B. fischeri* (Geinitz), *B. ellipticus* (Miller) отличаются широким стратиграфическим диапазоном распространения. *B. fischeri* (Geinitz) в разрезе Чухонастовка являются наиболее древними находками вида на территории бывшего СССР, до недавнего времени они не были известны из туронских отложений (Кликушин, 1975, 1980, 1982; Klikushin, 1982). За пределами региона *B. ellipticus* (Miller) известен из нижнего турона – верхнего кампана Бельгии, Чехии, Англии, Германии, Франции, Швеции, Польши, Украины. *B. fischeri* (Geinitz) известен так же из туронских – сантонских отложений Западной Европы, Крыма, Мангышлака, Туркменистана (Кликушин, 1980; 1982; Lach, Salamon, 2016). Несмотря на большое таксономическое разнообразие бургуетикринид – из верхнемеловых отложений бывшего СССР установлено 22 вида, их идентификация затруднена в связи с консервативностью большинства морфологических признаков, и в основном возможна лишь по целым или фрагментированным чашечкам, что сильно ограничивает их использование для биостратиграфии верхнего мела.

Широко распространены в разрезах в южных районах РП морские лилии отряда пентакринид – *Nielsenicrinus carinatus* (Roemer), представленные отдельными члениками и небольшими фрагментами стеблей. Вид известен в коньяке – кампане севера Западной Европы, Украины, Казахстана, Туркмении и полуострова Крым. Отметим, что его находки пока не известны из разрезов севернее г. Саратова. Другим представителем пентакринид является *Buchicrinus florifer* (Eichwald) известный из маастрихтских отложений разрезов г. Вольска и г. Хвалынска (Саратовская область), Языково и Куроедово (Ульяновская область). Находки этого вида не известны из других регионов, что позволяет рассматривать его эндемичным для маастрихтских отложений Поволжья (Кликушин, 1980).

В 2022 году автором было предпринято изучение разрезов верхнего мела, расположенных на южной периферии РП, а также в Зауралье. В Оренбургской области



это горные выработки у сёл Старая Белогорка и Меловой Завод, в которых вскрываются карбонатные породы маастрихта, и у п. Рубежинский, где обнажены породы турона – коньяка. В этих разрезах были отобраны микрофаунистические пробы, предварительные результаты изучения которых показывают присутствие разрозненных остатков морских ежей, морских лилий, морских звезд и офиур во всех пробах. В Зауралье был исследован разрез нижнего маастрихта Каин Кабак (республика Башкортостан). Здесь, на правом берегу р. Туратка, обнажаются чередующиеся карбонатно-кремнистые и кремнистые породы. В одной из микрофаунистических проб, взятых в нескольких, наиболее мощных прослоях кремнистого мергеля, установлены остатки морских ежей, морских лилий и офиур (Калякин, 2023).

Традиционно иглокожие являются характерной фауной для карбонатных разрезов верхнего мела РП. Их находки, в терригенном разрезе практически не известны, что первоначально связано с условиями обитания и онтогенезом иглокожих. В Оренбургской области, в нескольких километрах от Каин Кабака, изучен разрез в овраге Бака. В глауконитовых песчаниках, предположительно маастрихтского возраста, отобраны две объемные пробы, в которых установлены остатки морских лилий рода *Bourgueticrinus*. Найдены многочисленные разрозненные членики, а также небольшие фрагменты стеблей и отдельные холдфасты ризоидного типа. Это первая массовая находка остатков криноидей в терригенных маастрихтских отложениях юго-восточной периферии РП.

Таблица. Распространение морских лилий в верхнемеловых отложениях Русской плиты.

		Русская плита													
Ярус		Сеноманский		Туронский			Коньякский			Сантонский		Кампанский		Маастрихтский	
Таксон	Подъярус	K <sub>2</sub> s	K <sub>2</sub> t <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> t <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> t <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> k <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> st <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> st <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> cp <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> cp <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> m <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> m <sub>2</sub>	
<i>Buchicrinus florifer</i> (Eichwald)														-----	
<i>Nielsenicrinus carinatus</i> (Roemer)				-----											
<i>Bourgueticrinus ellipticus</i> (Miller)				-----								-----			
<i>Bourgueticrinus fischeri</i> (Geinitz)				-----											
<i>Bourgueticrinus</i> sp.			-----											-----	
<i>Amphorometra</i> gr. <i>conoidea</i> (Goldfuss)				-----											
<i>Amphorometra</i> sp.				-----											
<i>Glenotremites paradoxus</i> Goldfuss				-----											
? <i>Drepanocrinus communis</i> (Douglas)						---									
? <i>Stellacrinus</i> sp.1													---		
? <i>Stellacrinus</i> sp.2													---		
? <i>Roveacrinus</i> sp.				-----											

Таким образом, использование криноидей для биостратиграфии верхнемеловых отложений РП сопряжено с рядом трудностей. Широкие стратиграфические диапазоны распространения многих видов, необходимость наличия чашечек или их фрагментов для

идентификации видов, в основном мелкая размерность остатков, требующая привлечения методики микропалеонтологических исследований, снижают ценность группы по сравнению с другими ортостратиграфическими группами макрофауны, такими как аммониты, белемниты, иноцерамы, морские ежи. Наиболее высоким биостратиграфическим потенциалом обладают ровеакриниды. Высокие темпы эволюции в купе с пелагическим образом жизни, сделали их значимыми биостратиграфическими маркерами, распространенными в отложениях на обширных территориях. Увеличивающееся количество находок представителей этой группы в разновозрастных отложениях разных районов РП дают новые перспективы для совершенствования региональной стратиграфической схемы и повышают надежность глобальной корреляции интервалов верхнего мела.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОТОЧНОГО ГАЗОВОГО КАРОТАЖА И РАСШИРЕННОГО АНАЛИЗА ШЛАМА ПРИ ГЕОНАВИГАЦИИ СКВАЖИН**

**Комарова А.В.<sup>1</sup>, Головин К.Б.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Геопромальянс»

<sup>2</sup>ООО «Нефтегазсервис Саратов»

Качественное вскрытие УВ-залежинапрямую влияет на продуктивность скважины. В настоящее время разработка продуктивных залежей, сложенных пластами малой мощности становится актуальной задачей для нефтегазовых компаний. При вскрытии таких залежей возникает ряд сложных задач. Во-первых, достижение максимальной проходки по наиболее продуктивной части коллектора. Во-вторых, необходимо избежать пересечения газонефтяного, водонефтяного, газоводяного контакта. В-третьих, минимизировать возможные риски при строительстве и эксплуатации скважины.

Процесс геонавигации подразумевает изменение плановой траектории ствола скважины во время бурения специалистами геологической службы.

Анализ данных, поступающих в процессе бурения, подготовка и отправка команд по геонавигации называется активной фазой геонавигации.

Активная фаза геонавигации охватывает этапы бурения участка набора зенитного угла и горизонтального участка.

Во время активной фазы геонавигации используются геологический проект, инклинометрия (MWD), каротаж во время бурения (LWD), данные ГТИ, петрофизическое заключение.

В связи с тем, что в последнее время увеличился процент некондиционных данных ГИС-бурения, возникла потребность использования расширенного комплекса ГТИ в целях геонавигации, как альтернативу некоторым методам ГИС-бурения.

Выделение пластов-коллекторов, определение характера насыщения и положения в пласте напрямую связано с интерпретируемым материалом (газовый каротаж), качество которого достигается при помощи использования высокотехнологичного газоаналитического оборудования, которое позволяет перейти к количественным методам интерпретации данных газового каротажа, что значительно повышает эффективность выделения наиболее продуктивных интервалов.

Для проектов, предусматривающих расширенный комплекс газового каротажа и использование данных ГТИ, в целях геонавигации применяются дегазаторы постоянного объема (ДПО), высокоскоростные хроматографы и суммарные газоанализаторы с пламенно-ионизационным детектором (ПИД).

Высокоскоростной полевой хроматограф (ХГ ПИД) оснащен параллельными газоаналитическими трактами с ПИД, имеет время цикла 30 секунд, проводит анализ компонентов газовой смеси (ГВЛ) от C1 до C5 с изомерами и имеет высокую чувствительность (до  $10^{-5}$  %).

Суммарный газоанализатор с ПИД-детектором обеспечивает быстрое (с постоянной времени не более 5 секунд) определение суммарной концентрации горючих газов в газовой смеси.

Дегазатор постоянного объема обеспечивает:

- возможность отбора бурового раствора из любой точки, в том числе из закрытых частей желобной системы и из открытого желоба непосредственно на выходе из скважины;
- постоянные условия дегазации бурового раствора;
- возможность расчета объемного газосодержания.

Специалистами нашей компании разработан специальный полевой хроматограф для проведения газового каротажа по неуглеводородным газам (He, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO). Регистрация концентрации неуглеводородных газов дает важную дополнительную информацию для оценки модели месторождения. Данные о концентрации CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> дают информацию о происхождении флюида и необходимы для планирования инфраструктуры месторождения. Присутствие неуглеводородных газов может как значительно снизить, так и повысить его коммерческую ценность.

Для проведения «нефтяного» каротажа по тяжелым УВ-компонентам (C1-C8) был специально разработан хроматограф с расширенным набором измеряемых газов. Для обеспечения качественной дегазации малолетучих тяжелых углеводородов применяется дегазатор постоянного объема ДПО-02 с блоком термостабилизации, обеспечивающим нагрев бурового раствора до температуры 90 °С. Обогреваемые газовой смеси линии ГВЛ-О обеспечивают минимизацию осаждения тяжелых УВ в линии.

Ведется разработка оборудования для расширенного анализа содержания тяжелых УВ-компонентов (C9-C27) в шламе.

Для подтверждения преимущества высококачественного газоаналитического оборудования расширенного комплекса над стандартным комплексом был проведен сравнительный анализ данных на соседних скважинах кустовой площадки и пилотных и горизонтальных стволах одной скважины. При сравнении интервала продуктивного горизонта была в очередной раз доказана эффективность ДПО по сравнению с активным дегазатором и эффективность ХГ ПИД по сравнению с ХГ ТКД. Разница в показаниях по газовому каротажу на порядок больше при работе на ДПО и ХГ ПИД.

Применение высококачественного оборудования и современных методов интерпретации в некоторых случаях позволяет эффективно использовать для геонавигации данные ГТИ в качестве замены отдельных методов ГИС-бурения. По данным газового каротажа и анализа шлама удается своевременно выявить отклонение траектории ствола скважины и выход из продуктивного пласта с помощью высококачественного газового каротажа и анализа шлама. В ряде случаев ГТИ может быть сопоставимо с ГИС-бурения по оперативности получения информации или даже превосходить их, тем самым становится крайне важным прямым методом при расчленении разреза.

При проведении сравнительного анализа данных ГТИ и ГИС-бурения в продуктивной части терригенного разреза было выявлено, что аномалии по газовому каротажу коррелируются с увеличением коэффициента пористости, что дает возможность определять в толще песчаников и алевролитов интервалы коллекторов.

Углубленное изучение шлама и построение эталонно-прогнозной модели (ЭПМ) так же применимо для целей геонавигации. Проводится расширенный анализ шлама, по

результату которого заполняется таблица литолого-фациальных признаков. Литолого-фациальные признаки выделяются в две большие группы:

- группа традиционных признаков;
- группа специфических признаков.

К первой группе относятся цвет породы (и оттенки), минеральный состав, структура, текстура, наличие включений. Вторая группа объединяет такие характеристики пород, как размеры и форма шламинок, скорость разбуривания, степень карбонатности пород и некоторые другие.

Выделение реперов осуществляется на основании изменения 3-4 признаков (например, смена литологии, изменение структуры, крепости пород, данных по кальциметрии или изменение цвета, фракционного состава, увеличение времени бурения, изменения по кальциметрии в литологически однородной толще).

ЭПМ строится для всего стратиграфического интервала и используется для определения положения ствола скважины в пласте и повышения эффективности работ на последующих скважинах.

Расширенный комплекс газового каротажа применим не только для геологических, но и для выполнения технологических задач. Одной из таких задач является контроль износа долота с помощью регистрации соединений-маркеров (выделение этилена при нагревании долота в растворах на углеводородной основе).

## **ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕГИОНА БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

**Коновалова А.А.**

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»*

Белорусское Полесье – физико-географическая область на юге Беларуси, охватывающая территорию Полесской низменности. В тектоническом отношении регион Белорусского Полесья расположен в пределах следующих тектонических структур: Подляско-Брестская впадина, Житковичско-Микашевичский выступ, Полесская седловина, Припятский прогиб, Брагинско-Лоевская седловина, с севера заходят склоны и отроги Белорусской антеклизы, Жлобинская седловина, с востока – склоны Воронежской антеклизы, с юго-востока – Днепровско-Донецкий прогиб, с юга – Украинский щит, юго-запад – Луковско-Ратновский горст Волыно-Азовской плиты (рис. 1).

Территория Белорусского Полесья характеризуется сложным геологическим строением. В основании разреза залегают толщи рифея, которые распространены в юго-восточной части и крайне ограничено на западе, мощность толщи составляет порядка 780 м, литологически сложена: песчаниками, алевролитами и алеврито-глинистыми породами. Породы венда распространены на юго-востоке и юге региона, представлены песчаниками, гравелитами, туфами, туфопесчаниками, мощностью до 1182 м. Породы кембрия распространены на юго-западе, мощность толщи порядка 529 м, литологически сложена: песчаниками, глинами, алевролитами. Породы ордовика распространены на юго-западе и представлены мергелями, известняками, песчаниками, мощностью порядка 45 м; на востоке сложены известняками и песчаниками, мощность порядка 30. Породы силура распространены на юго-западе, литологически представлены: мергелями, глинами, известняками, аргиллитами, мощностью толщи порядка 850 м. Породы девона распространены в юго-восточной части и крайне ограничено на западе, представлены глинами, песчаниками, алевролитами, известняками, мергелями, туфами и туфобрекчиями, глинами, туффитами, доломитами, мощностью 10061 м. Породы



Рисунок 1 – Тектоническое районирование территории Беларуси

карбона распространены в юго-восточной части, мощность составляет порядка 656 м, представлены песчаниками, глинами, алевролитами и известняками. Пермские породы распространены в юго-восточной части и крайне ограничено на западе, литологически толща сложена: известняками, доломитами, гравелитами, песчаниками, конгломератами, глинами, мощность порядка 1836 м.

Отложения триаса распространены в юго-восточной части и крайне ограничено на западе, мощность толщи составляет порядка 2384 м, представлены глинами, песками, мергелями, песчаниками, в подошве – гравелитами, конгломератами, галечниками. Породы юры распространены в юго-западной части и крайне ограничено на востоке, мощность порядка 530 м представлены известняками, мергелями, глинами, алевролитами, песками. Образования мелового возраста распространены в юго-восточной части и крайне ограничено на западе, литологически сложена: мелом, мергелем, мелоподобными мергелями, песками, алевролитами, глинами, мощность 2109 м. Породы палеогена распространены в юго-восточной части и крайне ограничено на западе, представлены глинами, песчаниками, песками, алевролитами, опоками, мощность 381 м. Породы неогена распространены в юго-западной части, мощность пород до 27 м, представлены глинами и алевролитами и песками. Образования четвертичной системы распространены на юге республики. Представлены суглинками, песками, торфом, песчано-гравийными отложениями, глинами, мощность порядка 347 м.

Четвертичная система представлена в объеме двух отделов: плейстоцена и голоцена; плейстоцен представлен в объеме трех подотделов (нижний, средний и верхний) и отдела голоцен.

Нижний плейстоцен. Гомельский горизонт (Вселюбский и Ельнинский подгоризонты) представлен в объеме комплексов отложений озерного типа – глины, оторфованные супеси с пылью, спорами и макроостатками растений, пески, торфянистые сапропелиты с макроостатками растений. Мощность порядка 11,5 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: семенная флора: *Azolla interglacialis* P.Nikit., *A. pseudopinna* P.Nikit., *Salvinia glabra* P.Nikit., *P. pseudorutilus* Dorof., *Mynophyllum praespicatum* P Nikit; пыльца и споры: *Quercus* – *Pinus* – *Betula*, *Prolagurus termopolitanus* -*Allophaimus*; насекомые: *Clivina* sp., *Otiorynchus* sp., *Cercyon* sp., *Lathrididae* gen.; *Patrobus* *Hydronomus alismatis* (Marsh.), *Epaphius rivularis* (Gyll.); для



более теплых интервалов – *Notaris bimaculatus* (Fabr.), *N. cf. N. acridulus* (L.), *Cytilus sericeus*.

Брестский горизонт (Варяжский, Ружанский подгоризонты) представлен образованиями озерного и озерно-болотного генезиса: песками, глинами, алевритами гумусированными с растительными остатками. Перигляциальных отложений - песков, алевритов с включением гравия. Мощность составляет. Мощность составляет 8 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: семенная флора: *Azolla interglacialis* P.Nikit., *Caulinia palaeotenuissima* Dorot.*Alisma plantagominima* P.Nikit., *Scirpus kreczetoviczi* Wieliczk. *S.atroviroides* Dorof. Пыльца и споры: *Pinus – Quercetum mixtum – Betula – Alnus*, *Pinus – Betula – Artemisia*. Насекомые: *Notiophilus aquaticus* (L), *Diacheila* aff. *D. arctica* (Gyll.), *Pterostichus* aff. *P. haematopus* Dej, *Plateumaris braccata* (Scop.) и др. Остракоды: *Candoniella* aff. *C. marcida* Mandelstam, *I. ferox* Zub., *L. aff. L. bravis* *Stephanatis*, *L. aff. L. nemenensis* Zub.

Минский горизонт (Наревский, Корчевский, Ясельдинский подгоризонты) представлен позднеледниковыми озерными супесями. Ледниковыми и водноледниковыми отложениями (по всей территории) - супесями и суглинками моренными, песками с гравием и галькой, глинами, песчано-гравийными отложения. Мощность 25 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: семенная флора: *Azolla interglacialis* P.Nikit., *Pilularia borysthenica* Wieliczk., *Larix* sp. Пыльца и споры: *Betula - Pinus – Picea*, *Lanix – Betula – Pinus*. Мелкие млекопитающие: *Trogontherium* cf. *boisviletti* (Lougel), *Cricetus* cf. *runtonensis* Newton, *Lagurini* (*Lagurus*?) gen., *M. (Pallasiinus) protoeconomus* Rekovets. Моллюски: *Parafossorulus crassitesta* (Brmme), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus), *Pisidium sulcatum* (Wood), *Viviparus* sp. Насекомые: *Chlaenius tristis* (Schall.), *Oodes helopioides* (Fabr.), *Odacanthamelanura* (L.), *Dorcadion* sp., *M. (Pallasinus) protoeconomus* Rekovets. В отложениях, перекрывающих морену: *Dacheiapolita* (Fald.) перигляциальных отложениях начала оледенения: *Diacheila polita* (Fald.), *Pterostichus* (*Cryobius*) sp.

Беловежский горизонт (Борковский, Нижнинский, Могилевский подгоризонты) представлен в объёме: озерных и озерно-болотных отложений – супесями, гиттиями, опесчаненными торфами. Мощность 12,8 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: семенная флора: *Pilularia borysthenica* Wieliczk., *Isoetes rugosa* Wieliczk, *Aldrovanda borysthenica* Wieliczk. Диатомовые водоросли: *Cyclotella comta* var. *pliocenica* Krasske, *Asterionella formosa* Hassall. Мелкие млекопитающие: *Desmana* cf. *moschata* L., *Microtus (Stenocranius) gregaloides* (Hinton), *Microtus (P) oeconomus* Pallas. Моллюски: *Bithynia tentaculata* (Linnaeus), *Valvata piscinalis* (Müller), *P. amnicum* (Müler), *P. sulcatum* (Wood). Насекомые: в отложениях, перекрывающих морену: *Diacheiapolita* (Fald.), *Bembidion (Peryphus) dauricum* (Motsch.), *Cybister lateralimarginalis* (Deg.). Остракоды: *Candona* ex gr. *C. caudata* Kauf., *L.grinfeldi* Liepin, *Miocypris* ex gr. *I.gibba* (Remdhor), *Candoniella* aff. *C. nemenensis* Zub.

Березинский горизонт представлен в объёме: позднеледниковых озерных супесей и суглинков, ледниковых и водноледниковых отложений супесей и суглинков, песков и песчано-гравийных отложений. Мощность 34 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: семенная флора: позднеберезинская флора: *Azolla interglacialis* P. Nikit., *Elaginella selaginoides* (L.), *P. pectinatus* L., *Salix* cf. *S. herbaea* L., *Betula nana*. Мелкие млекопитающие: *Dicrostonyx simplicior* Fejfar, *Lemmus sibiricus* Kerr – *Microtus (M.) arvalinus* Hinton. Насекомые: *Pierostichus costatus* (Mén.). *Plerostichus (Crvobi(us))* sp. *Chrysolina cavigera* (Sahlb.), *Dorytorius* sp.

Александрыйский горизонт представлен в объёме: озерных и озерно-болотных отложений – диатомовые супеси, торф с остатками растений и животных. Мощность 36 м. Возраст обоснован палеонтологически: это семенная флора: *Taxus baccata* L., *T. cf. Tcuspidata* Sieb.et Zucc., *Abies alba* Mill., *Potamogeton goretzkyi* Dorof. Диатомовые

водоросли: *Cyclotella compta* var., *Ichvinenesis* (Jousé) Log., *S. fascicularis* Khurs., *S. immemoratus* var. *minor* Khurs., *A. italica* f. *curvata* (Pant.) Dav. Мелкие млекопитающие: *Desmana moschata* L., *Sciurus vulgaris* L., *Clethrionomys glareolus* Schreber, *Apodemus flavicollis* (Melchior) Моллюски: *Viviparus diluvianus* (Kunth), *Corbicula fluminalis* (Müller), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus), *Pisidium sulcatum* (Wood). Насекомые: палеоэнтомофауна термического максимума отличается постоянным присутствием бореальных видов *Eraphius rivularis* (Gyll.), *Notaris aethiop* (Fabr.) и термических экзотов (*Agonum holhausi*); характерный комплекс составляют: *Cychrus caraboides* (L.), *Patrobus excavatus* Pk., *Plateumaris sericea* (L.), *Sitona hitspidulus* (Fabr.), *Hylobius pinastri* (Gyll.). Остракоды: *Candona goretskyi* Zub., *Candoniella dorofeevi* Zub., *Paralimnocythere belorussiensis* Zub., *P. njaravajensis* Zub., *Cyclocypris huckei* Triebel.

Припятский горизонт (Днепровский, Сожский подгоризонты) представлен в объеме погребенных ледниковых и водно-ледниковых отложений днепровской стадии и краевых образований Городокской и Витебской возвышенностей: супеси и суглинки моренные, пески, глины; ледниковых и водно-ледниковых отложений сожской стадии. Мощность порядка 58 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: пыльца и споры: *Picea obovata*, *Betula-Helianthemum-Selaginella* selag, *Betula*. семенная флора: *Pilularia* cf., *P. globulifera* L., *Abies alba* Mill., *Elatine hexandra* (Lappiere). Диатомовые водоросли: *Cyclotella compta* var. *Ichvinenesis* (Jousé) Log., *C. corta* var. *pliocenica* Krasske, *Fragilariforma heidenii* Ostrup. Мелкие млекопитающие: *Ochotona pusilla* Pallas, *Dicrostonyx simplicior* Fejfar, *Arvicola* aff. *Chosaricus* Aleksandrova, *Microtus* (St.) *gregalis* Pallas, *Microtus* (M.) *oeconomus* Pallas. Моллюски: лоевские слои: *Columella columella* (Martens), *Pupilla loessica* Lozek, *Vallonia tenuilabris* (Braun).

Муравинский горизонт представлен в объеме: озерных и озерно-болотных отложений – гумусированные супеси и суглинки с остатками растений и животных. Мощность 30 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: пыльца и споры: *Betula*; *Pinus*; *Picea – Pinus*; *Carpinus – Picea*; *Pinus - Betula – Quercus*; *Pinus – Betula – Picea*. Семенная флора: *Sparganium interglacialicum* Dorof., *S. microcarpum* (Neum.Raunk., *Potamogeton sukaczevi* Wielicz., *Myriophyllum microcarpum* Dorof. Диатомовые водоросли: *Puncticulata radiosa* (Grun.) Håk., *Cyclotellesla kuetzingiana* Thw., *Au'es lacoseirsitalica* (Ehr.) Sim, *C. ocellata* Pant., *Puncticulata radiosa* (Grun.) Håk. Мелкие млекопитающие: *Clethrionomys glareolus* Schreber, *Arvicola terrestris* (L.), *Microtus* (T.) *subterraneus* Sel.; Long., *Apodemus flavicollis* (Melchior). Моллюски: *Acicula polita* (Hartmann), *Acanthinula acutata* (Müller), *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus), *Belgrandia marginata* (Michud), *Dreissena polymorpha* (Pallas). Насекомые: *Cybister lateralimarginalis* (Deg.), *Gyrinus distinctus* Aubé, *Phymatopoderus latipennis* (Jek). Остракоды: *Candona* ex gr. *C. obtusa* O. Mull., *Cyclocypris* aff. *C. ovum* (Jurine), *Limnocythere* ex gr. *L. relicta* (Lili).

Поозерский горизонт (Кулаковский, Ловатский, Двинский, Нарочанский погоризонт) представлен в объеме раннепоозерских озерных и озерно-болотных отложений, представленных гумусированными супесями и суглинками с остатками растений и животных; перигляциальных отложений – супеси, суглинки. Мощность 76 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом: пыльца и споры: *Pinus – Betula*, *Artemisia – Poaceae – Betula nana*, *Betula – Pinus – Larix*, *Betula – Artemisia – Poaceae*. Семенная флора: *Selaginella selaginoides* (L.) P. Beauv. ex Schrank et Mart., *S. tetraedra* Wielicz., *Ranunculus hyperboreus* Rottb., *Papaver nudicaule* L., *Dryas* cf., *D. octopetala* L. etc. Диатомовые водоросли: *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *C. schumanni* (Grun.) Håkansson, *C. rossii* (Grun.) Håkansson. Различные бентосные *Staurosirella*, *Staurosira*, *Pseudosteurosira*, *Nitzschia* и планктонные *Cyclotella*. Мелкие млекопитающие: *Arvicola terrestris* (km), *Lemmus sibiricus* Kerr, *Dicrostonyx simplicior* Fejfar, *Microtus* (St.), *Microtus* (St.) *gregalis* Pallas, *Microtus* (M.) ex gr. *hyperboreus* Middendorffi. Моллюски: *Planorbarius comeus* (Linnaeus), *Vertigo genesi* (Gredler), *Vertigo parcedentata* (Braun), *Gyraulus /aervis*

(Alder) *Vertigo genesi* (Gredler), *V. geyeri* Lindholm, *Vallonia tenuilabris* (Braun).  
Насекомые: *Pterostichus majus* Motsch, *P. (Cryobius) sp.*, *Coniocleonus ferrugineus* (Fähr.),  
*Staphanocleonus eruditus* Faust и др. Остракоды: *Candona renaria* Zub., *C. cuneata* Zub.,  
*Cytherissa aff. Clacustris* Sars.

Регион Белорусского Полесья характеризуется достаточно сложным структурным планом и геологическим строением. В пределах региона фиксируются выходы кристаллического фундамента – отроги Украинского щита и Житковичско-Микашевичский выступ, здесь осадочный чело крайне маломощный либо отсутствует. Отложения четвертичного возраста характеризуются пестротой литологического состава, что объясняется ледниковым, озерно-болотным и аллювиальным генезисом. Возраст образований четвертичного времени обоснован палеонтологическим методом по фаунистическим и флористическим формам.

### **О РОЛИ СОЛЁНЫХ УГЛЕЙ ПРИ ПРЕВРАЩЕНИИ КАОЛИНИТА В ГИДРОСЛЮДУ ПАРАГОНИТОВОГО ТИПА В ТОНШТЕЙНАХ ДОНБАССА**

**Коробов А.Д., Коробова Л.А.**

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

Принято считать, что натрий, хотя и является одним из наиболее подвижных и широко распространенных компонентов в гидротермальных растворах, его роль в процессе образования слоистых силикатов в подавляющем большинстве случаев пассивна, а участие в формировании гидрослюд и слюд крайне ограничено. Это представление сложилось, с одной стороны, в результате изучения природных объектов, согласно которому основная часть содержащих щелочи глинистых минералов представлена калиевыми разновидностями. С другой, - возникло в ходе термодинамического и экспериментального изучения гидротермального процесса, указывающего на трудности образования натриевых слюд в сложных калийсодержащих системах, особенно в низкотемпературных условиях. Так, по мнению А.А.Попова [11], синтез парагонита из нагретых растворов вообще невозможен при температурах ниже 350 °С даже в случае преобладания в системе натрия над калием. Эта точка зрения отражает один аспект проблемы, затрагивающий переходы и взаимосвязь натриевых и калиевых форм слюды в присутствии смешанного калиево-натриевого раствора. Другой – связан с преобразованием алюмосиликатных минералов, в том числе каолинита, в слюду при гидротермально – метасоматическом процессе. В связи с изложенным большой интерес представляют исследования гидрослюдизации глинистых минералов из прослоев, заключенных в толще углей Донбасса при метаморфизме.

Глинистое вещество в ископаемых углях встречается довольно часто. Для маловосстановленных углей (марки БД) Донецкого бассейна оно, как правило, всегда каолинитового состава. По мнению П. В. Зарицкого [2] чисто каолинитовый состав межугольных прослоев (так называемых тонштейнах) – следствие деградации исходного алюмосиликатного материала в кислой среде торфяника в стадии диагенеза. Установлено, что среди описываемых каустобиолитов низких и средних степеней метаморфизма Западного и Северного Донбасса часто встречаются разновидности, обогащенные натрием. Они получили название соленых или щелочных углей [5,9]. В соленых углях натрия (72-90%) содержится, главным образом, в галите, в меньшей степени глауберите [5]. Такой натрий легко вымывается, переходит в раствор и способен



активно мигрировать. Из этого следует принципиальный вывод: галит и глауберит являются минералами – индикаторами соленых паралических формаций Донбасса.

Общеизвестно, что сжимаясь и уплотняясь под действием возрастающей геостатической (геодинамической) нагрузки и увеличивая уровень восстановленности (карбонизации) за счет нарастающего прогрева, угли «сбрасывают» рождающиеся в них горячие газоводные флюиды определенного состава в участки относительно низких давлений. Таковыми являются пласты-коллекторы, к которым относятся не только песчаники, песчано-гравийные породы, но и глинистые прослои, которые залегают между пачками углей и угленосными свитами. Нагретый газоводный флюид включается в гидротермальный процесс, действующий в пластах-коллекторах [14]. Однако, при рассмотрении данной проблемы, геологи не учитывают участие этого флюида (его состава) в преобразовании глинистых прослоев – тонштейнов. А ведь это представляет большой интерес, поскольку исследователями делаются попытки [2] использовать характер химико-минеральных изменений тонштейнов в зависимости от степени метаморфизма каустобиолитов для синонимии пластов угля и корреляции угольных отложений. Рассмотрение самих углей в таких случаях ограничивается лишь выяснением уровней их карбонизации. При этом не берутся во внимание геохимические особенности их изначального (нормальный, щелочной или обессоленный тип углей) и измененного в процессе метаморфизма состава. В качестве источников щелочных элементов при гидрослюдизации каолинита считаются только обломочные минералы угленосных толщ и захороненные морские воды [1]. Такой подход не корректен и ставит под сомнение объективность выводов о том, что тонштейны являются надежными индикаторами обстановок преобразования любых вмещающих их каустобиолитов при метаморфизме. Вместе с тем установлено [10], что в период формирования угленосного бассейна продуктивные толщи и переслаивающиеся с ними песчаники и глинистые прослои необходимо рассматривать как геологическое пространство единой гидротермальной системы, минералообразование которой во многом определяется не только меняющейся температурой, но и составом отделяющегося от каустобиолитов флюида. Значение последнего фактора в пределах Донецкого бассейна учитывалось лишь относительно редких, цветных и радиоактивных элементов [12,13,14]. Анализ литературы и вышеизложенный материал позволяют утверждать следующее. Если геология и геохимия щелочных металлов в ископаемых углях Донбасса достаточно хорошо изучены [3,4,5,6,7,8], то влияние геохимических особенностей самих каустобиолитов на характер изменения вещественного состава глинистых прослоев в процессе метаморфизма практически не исследовано. Поэтому целью настоящего доклада является выяснение зависимости специфики гидрослюдизации каолинита тонштейнов от минерального состава карбонизирующихся углей (в первую очередь соленых) Донецкого бассейна.

Л.Я. Кизильштейн с соавторами [7,8] отмечает в составе соленых углей значительное количество кварца, полевых шпатов и карбонатов. Из их числа минералами – носителями щелочных металлов в первую очередь являются полевые шпаты, у которых натрий и калий входит в состав кристаллической решетки. Однако, в качестве поставщиков натрия они ни в какое сравнение не идут с галитом и глауберитом. Галит легко растворяется в воде до 35% при комнатной температуре. При повышении температуры на десятки градусов его растворимость мало меняется. Это позволяло напитывать хлоридно-натриевыми рассолами почти без примеси калия каолинитовые межугольные прослои, соответствующие низким и, вероятно, средним стадиям метаморфизма щелочных каустобиолитов. Так создавался тот необходимый «резерв чистого натрия», который за время своего существования гарантировал перерождение каолинита в браммалит при возникновении антрацитов.

Большой интерес представляют результаты реконструкции первоначального состава хлоридных вод из щелочных углей, осуществленной путем снятия влияния позднейшей метаморфизации и выполненной по методике М. Г. Валяшко (1965). Исследования еще раз показали, что генетическим предшественником пластовых рассолов были морские воды, в которых концентрация натрия примерно в 25 раз превышала содержание калия [8]. Сказанное имеет большое значение, поскольку относительно нахождения парагонита в природных образцах (продуктах метасоматоза) выявлено, что он становится устойчивой фазой при появлении натриевых гидротерм с температурой до 300 °С, в которых почти нет примеси калия, а соотношение в растворах  $Na/K \geq 30$  (Хелгесон, 1967). Это условие в значительной степени реализуется, когда мы имеем дело с метаморфизирующимися солеными углями (донорами натрия), обеспечивающими, как уже отмечалось, присутствие в глинистых прослоях хлоридных рассолов Cl-Ca-Na состава с концентрацией натрия в 25 раз более высокой, чем калия. Этот баланс щелочей очень близок той величине ( $\geq 30$ ), при которой, согласно Г. К. Хелгесону, в гидротермальной системе появляется парагонит или его гидрослюдизированная разность браммалит.

На основании изложенных в докладе данных можно заключить следующее:

1. Характер гидрослюдизации каолинита тонштейнов Донецкого бассейна в процессе метаморфизма контролируется типом вмещающих углей: нормальных и (или) соленых.

2. В качестве источников натрия и калия при гидрослюдизации каолинита, наряду с терригенными минералами угленосных толщ и захороненными морскими водами, необходимо особо выделять аутигенные минералы соленых углей (галит и глауберит).

3. Наиболее благоприятные условия для формирования устойчивой фазы гидрослюды парагонитового типа в каолиновых прослоях создаются в паралических формациях на площадях развития щелочных каустобиолитов, испытывающих метаморфизм. На протяжении всего процесса торфо- и углеобразования взаимоотношение каустобиолитов и натрия трансформируется дважды. На первом этапе торфообразования и гумификации торфяники и отчасти бурые угли накапливают в себе натрий под действием морских вод в виде галита и глауберита. Появляются щелочные угли. На втором этапе вследствие углефикации и потери огромных масс воды и газов каустобиолиты становятся источником и активным участником перераспределения натрия за счет растворения галита и глауберита. Развивается процесс обессоливания углей. Это вызывает насыщение глинистых межугольных прослоев хлоридными практически бескалиевыми рассолами Cl-Ca-Na состава на низких и, вероятно, средних стадиях карбонизации каустобиолитов.

4. В том случае, когда главным источником натрия являются галит и глауберит соленых углей в метатонштейнах при формировании антрацита начинает образовываться браммалит. Процесс продолжается до тех пор, пока полевые шпаты и слюды не начнут активно поставлять калий в хлоридный Cl-Ca-Na рассол. С этого момента браммалит в глинистых прослоях стремительно уступает место иллиту. В итоге в глинистых прослоях возникает ассоциация гидрослюды парагонитового и мусковитового типов.

5. Если же основным источником щелочных элементов, обуславливающих гидрослюдизацию каолинита, будут терригенные минералы нормальных (несоленых) угленосных толщ (калиевые полевые шпаты, слюды, плагиоклазы), то в метатонштейнах станет развиваться исключительно иллит.

### Список использованных источников

- 1 *Зарицкий П.В.* Изменение химико-минерального состава междуугольных прослоев (тонштейнов) в зависимости от степени метаморфизма вмещающих углей // Геологический журнал, 1983. Т.43.№1. С. 59-66.
- 2 *Зарицкий П.В.* Превращение каолинита в гидрослюда в тонштейнах Донбасса // Минералогический журнал, 1987. Т.9.№3. С. 54-64.
- 3 *Иванова А.В.* Геолого- генетические факторы засоления углей Западного Донбасса // Докл. АН УССР, 1983. Серия Б.№1. С.12-17.
- 4 *Иванова А.В.* Петрохимические факторы засоления углей Западного Донбасса // Докл. АН УССР, 1983. Серия Б.№4/6(5) С.6-9.
- 5 *Иванова А.В.* Соленые угли Украины // Литология и полезные ископаемые, 2004. №3. С. 298-303.
- 6 *Иванова А.В., Кривега Т.А.* Соленые угли Западного Донбасса. Киев: Наукова думка, 1985. 123 с.
- 7 *Кизильштейн Л.Я., Вялов В.И., Гальчиков В.В.* Распределение натрия в углях северной части Донецкого бассейна // Известия вузов. Геология и разведка, 1983. №2. С. 70-77.
- 8 *Кизильштейн Л.Я., Гальчиков В.В., Федоров Ю.А.* Натрий и калий в микрокомпонентах углей Северного Донбасса // Химия твердого топлива, 1983.№4.С.36-42.
- 9 *Кизильштейн Л.Я., Федоров Ю.А., Лутохин А.Г., Гальчиков В.В.* Натрий в углях Донбасса // Разведка и охрана недр,1984.№2.С. 33-36.
- 10 *Коробов А.Д., Коробова Л.А.* Метаморфизм угленосных толщ и гидротермально-метасоматические фации междуугольных терригенных пластов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2021.№11(359).С.52-62.
11. *Попов А.А.* Синтез мусковита и парагонита при температурах 350-500<sup>0</sup>С // Геохимия,1967.№10.С.1064-1070.
- 12 *Сапрыкин Ф.Я., Клер В.Р., Кулачкова А.Ф.* Геохимические особенности концентрации редких элементов в различных фациальных типов отложений угленосных формаций // Угленосные формации и их генезис. М.: Наука,1973.С.126-138.
- 13 *Таранушич Ф.Ф.* Элементы – примеси в углях Восточного Донбасса // Литология и полезные ископаемые, 2003.№1.С.97-104.
- 14 *Холодов В.Н.* Геохимия осадочного процесса. М.: ГЕОС,2006. 608 с. (Труды ГИН РАН. Вып.574).

### ОСНОВНЫЕ ЛИТОТИПЫ ПОРОД НЕФТЕНОСНЫХ РАЗРЕЗОВ БОБРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСТАНА

**Королёв А.Э., Назимов Т.Н.**

*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Институт геологии и нефтегазовых технологий*

На территории Татарстана, как и в сопредельных областях, терригенный комплекс визейского яруса является регионально нефтеносным. Наиболее нефтепродуктивным считаются отложения бобриковского горизонта с несогласием залегающие на известняках турнейского яруса [4, 5, 6]. Бурением установлено, что основные залежи нефти в этом стратиграфическом подразделение сосредоточены, либо на восточном борту Мелекесской впадины, либо на склонах Южно-Татарского свода [1]. В нефтеносных разрезах бобриковского горизонта основными породами коллекторами

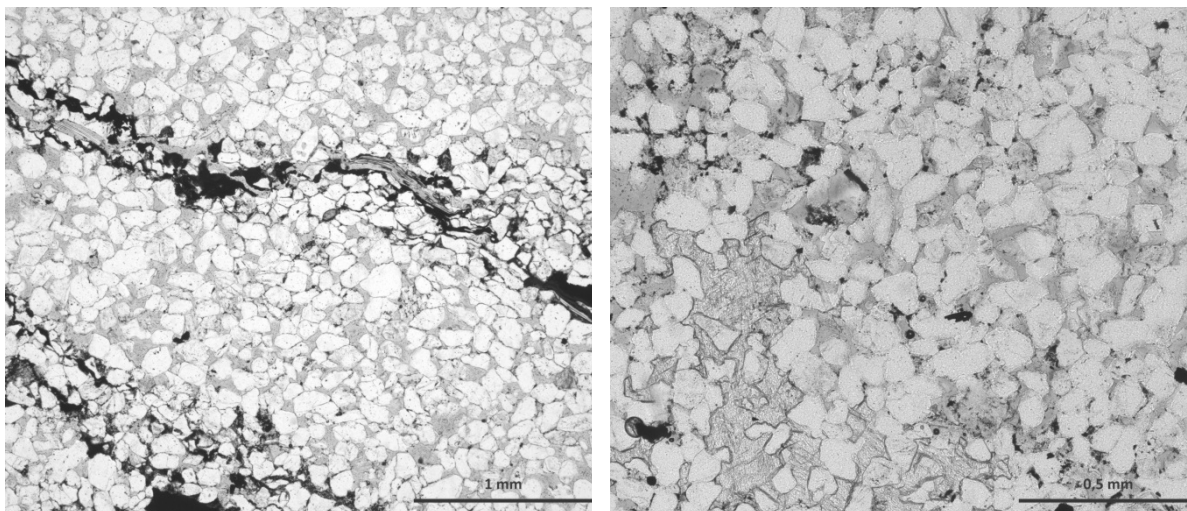
являются песчаники, залегающие среди алевролитов и аргиллитов [2]. Мощности нефтепродуктивных песчаников могут меняться от 35,0 м в эрозионно-карстовых понижениях до 1,5 м в нормальных разрезах. Несмотря на долгий период разработки нефтяных залежей бобриковского горизонта, в нефтяных компаниях нет единого представления о структурно-минералогических и литологических особенностях пород глинисто-терригенного комплекса этого возраста и о стадийности их литогенеза. Учитывая это, было проведено комплексное изучение основных литотипов пород, слагающих разрез нефтеносных комплексов нижневизейского яруса.

Объектами исследования являлись керны скважин, вскрывших отложения бобриковского горизонта. В качестве основных методов были выбраны оптико-микроскопический и рентгенографический анализы. Совмещение результатов этих двух методов позволяет получать полную информацию о минеральном составе и взаимоотношении минеральных фаз между собой, а также о вторичных постседиментационных преобразованиях пород.

Исследование нефтеносных песчаных коллекторов показало их полную структурно-минералогическую идентичность между собой, независимо от расположения скважин в пределах Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода. Все песчаники мономинеральные с абсолютным преобладанием зерен кварца. В составе аллотигенной компоненты доля кварцевых обломков составляет 98-99%. В качестве примесных минералов присутствуют обломки кремнистых пород, зерна ортоклазов и чешуйки мусковита. Из аксессуарных минералов фиксируются редкие окатанные зерна циркона. Если в песчаниках эрозионно-карстовых понижений минеральные обломки характеризуются хорошей сортировкой, обуславливающей массивную текстуру породы, то в песчаниках, образующих прослой (1,5-3,0 м) среди алевролитов и аргиллитов, отмечается дифференциация обломков по размерам, выраженная наличием в псаммитовых породах крупноалевритовых слойков, обогащенных глинистым материалом. В ряде нефтенасыщенных слоев песчаников дифференциация аллотигенных минеральных обломков не четкая, в ряде – хорошо выраженная, создавая эффект полосчатой, либо слоистой текстуры. Зерна кварца размером 0,05-0,25 мм, преобладают 0,1-0,25 мм, образуют плотную структурную упаковку, соприкасаясь краями между собой. В местах соприкосновения первичные, седиментационные, контакты соприкосновения, преобразовались в протяженные выпукло-вогнутые контакты взаимного приспособления под действием литостатической нагрузки. Крупные чешуйки мусковита также несут следы механических деформации под нагрузкой вышележащих осадочных пород в виде волнообразных изгибов на контактах с кварцевыми зернами и расщеплений по периферии. В песчаниках преобладает контактово-регенерационный цемент кварцевого состава. В алевролитовых слойках цемент глинистый, контактово-порового типа. В ряде песчаников, где произошли процессы окисления нефти, присутствует кальцитовый цемент сгустково-гнездового типа.

Пористость песчаников составляет 15-20%. Поры межзерновые, сообщающиеся, образуют переплетающиеся поровые каналы диаметром 0,0500,1 мм, выполнены нефтью.





Песчаник с прослойками аргиллитов

Песчаник с кальцитовым цементом

Рисунок 1 Фото шлифов нефтенасыщенных песчаников в одном никеле

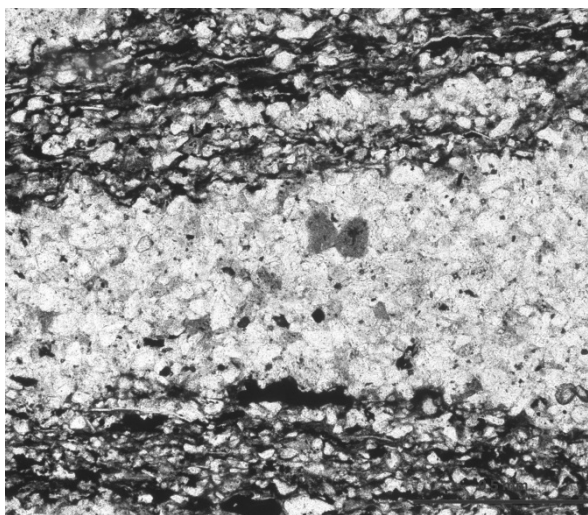
Алевролиты в большей части разрезов бобриковского горизонта являются плотными породами флюидоупорами. На некоторых лицензионных участках, при наличии в них тонких песчаных прослоек, породы обладают слабой полосчатой нефтенасыщенностью. Алевролиты кварцевые, в различной степени заглинизированные, преимущественно темно-серые до черного, с полосчатой или горизонтально-слоистой текстурой за счет неравномерного распределения глинистого материала. По данным оптической микроскопии породы на 75–80% сложены обломочной компонентой, на 20–25% – цементирующим минеральным веществом. Обломки минералов размером 0,01–0,25 мм, преобладают 0,05–0,1 мм, представлены зернами кварца (98%), обломками кремнистых пород и чешуйками мусковита (2%). Минеральные обломки угловатые и полуокатанные, характеризуются изометричным и угловатым обликом, большей частью разобщены в породе. Наряду с минеральными зернами в породе присутствуют фрагменты углефицированного растительного детрита. Минеральные обломки сцементированы глинистым цементом. Цемент базально-порового типа, выполнения, по структуре пелитовый, по составу – иллит-каолининовый. Глинистый цемент обогащен нерастворимыми органическим веществом, придающих породе темно-серую до черного окраску. Из аутигенных минералов присутствуют зерна и агрегаты пирита размером до 0,1 мм, пространственно тяготеющие к глинистому цементу.

Алевролит содержит 4–6% пор. Поры межзерновые, слабо сообщающиеся, диаметром до 0,05 мм, выполнены поровыми водными растворами.

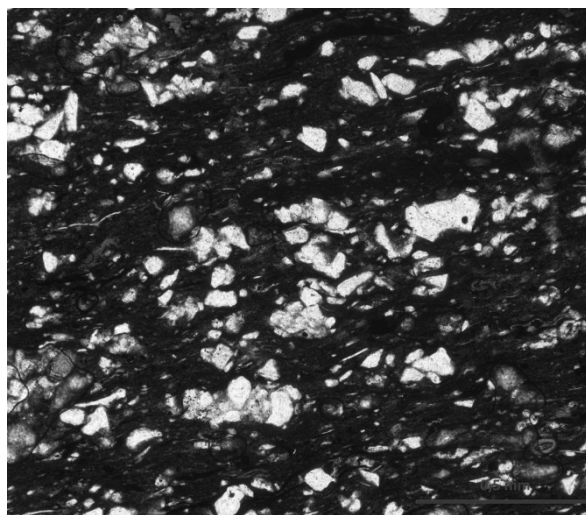
Аргиллиты являются наиболее распространенными породами в разрезах бобриковского горизонта, они образуют слои от 1,0 до 5,0 м. В силу своих структурных особенностей аргиллиты практически не проницаемы для газово-водных и водо-нефтяных флюидов, что делает их хорошими крышками для ниже расположенных нефтяных залежей. Породы полиминеральные, в одних слоях иллит-каолининового состава, в других – сложены смешанослойными глинистыми минералами иллит-монтмориллонитового состава, обогащены нерастворимым органическим веществом, что обуславливает их черную окраску. Часто аргиллиты содержат тонкие светло-серые алевролитовые слойки, за счет чего характеризуются полосчато-слоистой текстурой. В большинстве своем породы содержат включения пирита и углефицированного растительного детрита. Аргиллит большей частью сложены глинистыми минералами, образующими плотный агрегатный сросток. Чешуйки минералов соприкасаются



базальными плоскостями, что обуславливает аксиальную структуру породы, при которой все глинистые частички имеют общую ориентировку, согласно общей седиментационной слоистости. Подобное расположение глинистых минералов обуславливает однородное погасание породы в шлифе. Среди глинистых чешуек в агрегате присутствуют черные вкрапления нерастворимого органического вещества. Органическое вещество образует тонкие оторочки по периферии глинистых чешуек, либо скоагулированно в небольшие линзочки, слойки и изометричные стяжения. Подобное распределение органической компоненты обуславливает слоистую текстуру породы. Аргиллиты содержат 15-20% обломков минералов алевритовой размерности, представленных зернами кварца и чешуйками мусковита. Зерна кварца преимущественно изометричного облика, угловатые, рассеяны в породе. Часть обломков минералов сконцентрирована в более светлых слойках, обедненных органическим веществом. Помимо обломочных минералов в аргиллитах присутствуют включения углефицированного растительного детрита. Часть растительного детрита замещена аутигенными агрегатами пирита, придающими породе пятнистую текстуру. Аргиллит по данным оптической микроскопии плотный, не пористый.



Алевролит



Аргиллит

Рисунок 2 Фото шлифов алевролита и аргиллита в одном николе

Литолого-минералогические и структурно-текстурные особенности осадочных пород бобриковского горизонта указывают, что терригенный комплекс данного стратиграфического подразделения формировался в условиях субэкваториального, теплого, влажного климата. Высокое содержание нерастворимого органического вещества и включений углефицированного растительного детрита свидетельствует о существовании в это время пышной растительности. Специфика климата и наличие густого растительного покрова способствовали образованию в поровом пространстве терригенных пород закисленных подземных вод. Именно их наличие привело к активизации процессов растворения кальцитового цемента и гидролиза полевых шпатов в песчаниках, сделав их мономинеральными породами коллекторами. Текстурные особенности алевролитов и аргиллитов с преобладанием горизонтальной слоистости и полосчатости являются следствием относительно спокойных обстановок седиментации, при этом размерность минеральных зерен указывает либо на удаленность береговой линии, либо о слабой гидродинамической активности бассейна породообразования. Наиболее характерной палеогеографической обстановкой аккумуляции терригенного

материала могла являться прибрежная мелководно-морская равнина с озерно-лагунным типом осадконакопления. В этих условиях вполне могли накапливаться породы с повышенным содержанием органического вещества. В процессе фонового литогенеза погружения глинистые минералы приобрели общую пространственную ориентировку, между ними сформировались кремнистые контакты, в результате чего минеральный скелет аргиллитов и алевролитов существенно уплотнился за счет снижения общей пористости. Породы приобрели свойства флюидоупоров. В песчаниках отсутствие существенного количества глинистых минералов в совокупности с хорошей сортировкой зерен кварца предопределило при фоновом литогенезе погружения лишь развитие контактово-регенерационного цемента [3]. Поровое пространство в большинстве своем сохранилось не измененным.

#### **Список использованных источников**

1 Гутман И.С., Осипова Г.Э. Природа повышенных мощностей пластов-коллекторов в зонах эрозионных врезов терригенной толщи нижнего карбона на юго-востоке Татарии // Геология нефти и газа. 1983. №6. С.6-12.

2 Королёв А.Э. Литолого-минералогическая характеристика песчаных коллекторов бобриковского горизонта северо-восточного склона Южно-Татарского свода // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: Сборник статей XI Всероссийской молодёжной конференции, г. Уфа, 25-28 сентября, 2023 г. — Москва: Издательство «Перо», 2023 – 16,6 Мб. [Электронное издание]. – С.48-50.

3 Королёв Э.А., Ескин А.А., Валидов М.Ф., Королёв А.Э., Захарова Н.С. Стадийность литогенеза нефтеносных кварцевых песчаников бобриковского горизонта Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода // Литогенез и минералогия осадочных комплексов докембрия и фанерозоя Евразии. Материалы X Международного совещания по литологии (г. Воронеж, ВГУ, 18-23 сентября 2023 г.). / Воронеж, 2023. – С.173-177.

4 Королев Э.А., Кольчугин А.Н., Бахтин А.И., Ескин А.А., Музалевская Л.В., Бариева Э.Р. Особенности преобразования кварцевых песчаников визейского яруса под влиянием водонефтяных флюидов // Литосфера. 2021. Т.21. №2. С. 198-206.

5 Ларочкина И.А., Ганиев Р.Р., Капкова Т.А. Типизация залежей нефти в продуктивных бобриковских отложениях и закономерности их развития – основа проектирования бурения скважин // Георесурсы. 2009. №4 (32). С. 19-21.

6 Лобусев А.В., Лобусев М.А., Чуликова И.З., Бакиров И.М., Салахова Л.Н. Совершенствование геолого-промыслового моделирования сложнопостроенных нижнекаменноугольных залежей нефти Татарстана // Территория нефтегаз. 2011. № 8. С. 34-39.

#### **СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ЮГО-ВОСТОКА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) НА РТУТЬ И ПОЛИМЕТАЛЛЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ПОИСКОВЫХ РАБОТ**

**Лихоман О.А.**

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

Киноварь является интереснейшим минералом по закономерностям ее распределения по площади исследований и по информации прогнозов нефтегазоносности. Взаимосвязь сульфидной минерализации к нефтеносным и

газоносным структурам неоднократно отмечалась многими исследователями. Подобная взаимосвязь дает возможность прогнозировать открытие гидротермальных рудных месторождений на флангах нефтегазоносных структур, а посредством выявления рудной минерализации открытие новых перспективных структур на нефть и газ, что актуально для Нижнего Поволжья: «где нефть, там ртуть, где ртуть, там и нефть».

Саратовское Поволжье в отношении стратиграфии, геологического, тектонического строения, гидрогеологических, геофизических условий и перспектив нефтегазоносности изучено детально. Однако с позиций рудоносности, связанной как с коренными, так и россыпными месторождениями, совершенно не изучалась. Саратовская область на протяжении всей истории геологических исследований традиционно считается бесперспективной в отношении обнаружения эндогенной (гидротермальной) рудоносности, хотя существуют все благоприятные факторы, позволяющие говорить о перспективах поисков в пределах Саратовской области богатых ртутных и полиметаллических проявлений [2; 3; 4; 5]. В результате поисковых работ, включающих шлиховое, литохимическое, геохимическое и протолочное опробование, геолого-поисковых маршрутов, в Саратовской области выявлены проявления минералов, парагенетических низкотемпературным гидротермальным соединениям киновари, галенита, халькопирита, барита, пирита, марказита, самородных свинца и цинка. В единичных знаках отмечено золото.

Ореолы рассеяния киновари в Саратовской области обнаружены в верхнем и нижнем течении р. Камелик совместно с баритом и самородным свинцом. В верховье р. М. Чалыкла киноварь наблюдалась с реальгаром. В верхнем течении рр. Чалыкла, Алтата, Камышюзан, Красная, Мерекень, балка Подтяжка, где довольно резко проявлена солянокупольная тектоника, выявлено 8 ореолов киновари, обнаружены ореолы рассеяния реальгара, галенита, самородного свинца и цинка, куприта, малахита, барита, пирита, марказита. В пределах Куриловской и Таловской газоносных структур киноварь наблюдалась с баритом и халькопиритом. К югу, у г. Новоузенска в шлихе из шлама разведочной скважины в аномально высоких содержаниях встречены барит, пирит, марказит, арсенопирит, халькопирит, галенит, сфалерит. По р. Бол. Кушум обнаружены киноварь и самородный свинец; по правым притокам р. Б. Карамыш киноварь сопровождается пиритом. По левым притокам р. Волги, омывающим Квасниковскую структуру, совместно с киноварью наблюдались халькопирит и самородный свинец; в шламе разведочной скважины установлены барит, пирит, халькопирит, арсенопирит, галенит, сфалерит.

На Правобережье, в пределах Песчано-Уметской, Курдюмо-Елшанской, Грузиновской нефтегазоносных структур выявлено 9 ореолов рассеяния киновари с содержанием ее в шлихах до 191 знака, отмечены ореолы рассеяния барита, пирита, марказита, куприта, самородных свинца и цинк, в протолочных пробах галенит, сфалерит, халькопирит, малахит, самородная медь. Киноварь и халькопирит обнаружены в районе структуры Урицкого. Четко выраженные ореолы наблюдаются по рекам Добринке и Перевозинке. Сфалерит отмечен в юрских алевролитах. В районе Жирновской структуры обнаружены халькопирит, самородный свинец, золото. В бассейне рек Терса и Елань, в шлихах помимо киновари присутствуют халькопирит, золото. Полученные данные позволили выделить ряд участков, перспективных для дальнейших поисковых работ.

Ореолы рассеяния киновари тяготеют к осевым частям небольших антиклиналей, к локальным поднятиям (нефтегазоносным структурам), к тектонически ослабленным зонам, разрывным нарушениям, зонам трещиноватости и брекчирования пород.

Содержание киновари в шлихах изменяется от 1-10 знаков, реже 15-20 знаков, в отдельных пробах оно равно 60, 92, 191 знаков. Также киноварь обнаружена в лимонитизированных по трещинам аптских песчаниках. Количество киновари,

превышающее 20 знаков, расценивается как факт, указывающий на близость рудного тела, выходящего на дневную поверхность. Если обнаружены хотя бы следы киновари, можно начинать планомерные поиски месторождений ртути. А наследила киноварь на территории Саратовской области достаточно много. Минерал представляет собой остроугольные неправильные осколки, просвечивающие в тонких краях ало-красным, реже со слабо сглаженными углами, иногда с шероховатой поверхностью, тонкозернистого агрегата, чешуйчатых корок, ступенчатых зерен, в краях с зональной окраской. Цвет киновари ало-красный, красный, реже темный, а тонкозернистые агрегаты с пятнистой окраской. Блеск алмазный. Размер зерен < 0,1 мм, 0,1 мм, 0,3 мм.

В Саратовской области выделено более двадцати участков с ореолами рассеяния киновари и сопутствующих ей минералов, перспективных на дальнейшие поиски. Имеющийся фактический материал позволяет считать ртуть «полноправным» элементом региона и имеет научный и практический интерес как с позиции перспектив территории на ртутную и полиметаллическую рудоносность, так и с позиции взаимосвязи этой минерализации с нефтегазоносными структурами и применением шлихового опробования для их поисков [1 - 7]. Большая часть ореолы рассеяния киновари установлена в пределах нефтегазоносных структур, представляющих локальные поднятия: Квасниковской, Куриловской, Урицкой, Песчано-Умётской; солянокупольных структур: Озинской, Карташёво-Бельской, Гремучинской, Демьянской, Мраковской.

#### **Список использованных источников**

1 *Ваньшин Ю.В., Лихоман О.А.* Проблема взаимосвязи сульфидных минералов с залежами углеводородов. «Разведка и охрана недр» № 12, 2009. С. 33-37.

2 *Лихоман О.А., Ваньшин Ю.В.* К вопросу о рудоносности юго-востока Восточно-Европейской платформы на примере Саратовской области. «ДАН», 2010, т. 431, № 3. С. 369-370.

3 *Лихоман О.А.* Актуальные проблемы металлогении ртути Южного Урала. ДАН, 2013. Т. 453, № 2. С. 176-179.

4 *Лихоман О.А.* О связи сульфидной минерализации с нефтегазоносностью. Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории. Материалы VII Всероссийского литологического совещания 28-31 октября 2013 г., т. II, С. 185-189. г. Новосибирск.

5 *Лихоман О.А.* Проблема взаимосвязи солеродных бассейнов с телетермальной рудоносностью. 11 Уральское литологическое совещание «Осадочные комплексы Урала и прилегающих регионов и их мирогения. Г.Екатеринбург, 2016. С. 156-160.

6 *Лихоман О.А.* Шлиховое опробование как эффективный метод поисков и прогнозирования россыпных и коренных месторождений. X Международная научно-практическая конференция. Научно-методические основы прогноза поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. ФГБУ «ЦНИГРИ», Москва, 13-16 апреля 2021 г.

7 *Лихоман О.А.* К вопросу о взаимосвязи сульфидной минерализации с нефтегазоносностью и перспективах поисков новых объектов в Предуральском прогибе и зоне передовых складок запада. Новые идеи в геологии нефти и газа. МГУ им. М.В. Ломоносова. 27-28 мая 2021 г.



## ИССЛЕДОВАНИЯ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ ПАЛЕОГЕНА ПОВОЛЖЬЯ В САРАТОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ В 2022-2023 ГОДАХ

**Лопырев В.А., Попов Е.В., Гусев Д.А., Бирюков А.В.**

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

Палеогеновые отложения широко распространены на территории Среднего и Нижнего Поволжья и являются объектом исследований геологов с конца XIX в. Зубы акул и скатов в палеогене впервые были обнаружены и описаны И.Ф. Синцовым (1873, 1875, 1885, 1899), затем - Л. Дрю (1886) и М.Э. Янишевским (1896), позднее - Е.В. Милановским (1928, 1930, с определениями В.В. Меннера). Во второй половине XX века новые данные получены Л.С. Гликманом (1964, 1980) и В.И. Железко (Железко, Козлов, 1999). В целом, зубы эласмобранхий в палеогене Поволжья изучены слабо и очень неравномерно – целенаправленные их изучение проводили немногие исследователи на основании единичных разрезов и стратиграфических уровней, которые позже неоднократно переизучались. Вместе с тем, данные геологической съемки и геологов, не занимавшихся целенаправленными сборами зубов (А.П. Павлов, А.Д. Архангельский, Г.П. Леонов, В.П. Семенов и др.), показывают, что реальное распространение эласмобранхий в разрезах палеогена значительно шире, но они обычно фиксировались лишь в виде упоминаний о «находках зубов акул». В актуализированной схеме палеогена Поволжско-Прикаспийского субрегиона (2015) некоторые данные по эласмобранхиям включены в палеонтологическую характеристику свит, относительно полно отражен комплекс березовской толщи (дат), но в целом материалы по этой группе использованы в недостаточном объеме.

Это одно из свидетельств необходимости системных исследований указанной группы фауны на современном уровне знаний об их систематике и в контексте современных представлений о стратиграфии палеогена Поволжья. Для того чтобы всесторонне изучить палеогеновых хрящевых рыб региона, лабораторией «Эласмодус» Саратовского госуниверситета, в 2022-2023 гг. предприняты работы, поддержанные грантом РНФ № 22-27-00134, которые включали в себя изучение музейных коллекций (сборы Л.С. Гликмана и В.И. Железко, хранящиеся в Государственном Дарвиновском музее (ГДМ), г. Москва) и обработку материала собранного в предыдущие годы, интерпретацию нового полученного полевого материала.

Район работ охватывает преимущественно Среднее и Нижнее Поволжье, включая юг Пензенской области, Саратовскую, Волгоградскую область, а также сопредельную территорию Донского правобережья Волгоградской и востока Ростовской областей. В ходе полевых работ были изучены 57 разрезов палеогена, где установлено наличие эласмобранхий, включая и единичные находки. В целом для увязки разрезов между собой и понимания геологического строения было осмотрено около 200 обнажений. Изначально сбор фоссилей осуществлялся при поверхностном осмотре потенциальных местонахождений. Из слоев, в которых была обнаружена ихтиофауна и перспективных интервалов, отбирались пробы объемом до 100-200 л, при повторном отборе до 400 л. Пробы из пород галечно-гравийно-песчаного состава отмывались на месте, а затем фракционировались в лабораторных условиях. Пробы глинистого и карбонатного состава обрабатывались в лабораторных условиях раствором муравьиной кислоты или горячей воды с перекисью водорода (бескарбонатные разности). Для отмывки применялись сита с размером ячеек 0.3, 0.6, 1 и 2.5 мм. Концентрат после разделения фракций просматривался в лабораторных условиях для полного выбора фоссильного материала и его классификации. Всего было отобрано 74 объемные пробы из 40 разрезов, общим исходным весом более 8 тонн.



В результате элементами скелета хрящевых рыб в Поволжье охарактеризован интервал от датского до рюпельского яруса, хотя уровни с этими остатками расположены в разрезе дискретно и количество материала, его сохранность и разнообразие распределены неравномерно. Установлено 15 стратиграфических уровней (E1-E15). Установлено таксономические разнообразие хрящевых рыб: 11 отрядов и 75 родов (59 родов - акул, 9 - скатов и 7 - химер).

Датский комплекс E1 характеризуется доминированием *Squalus gabrielsoni*, *Palaeogaleus brivesi*, "*Carcharias*" *gracilis* (два последних вида особенно типичны для дания, первый встречается и в маастрихте), также обычны *Palaeohypotodus speyeri*. Редкими, но довольно характерными для дания таксонами являются *Sphenodus lundgreni* и *Xampylodon brotzeni*. Распространение комплекса в Поволжье – березовская толща (Волгоградская область), а также пачка глауконитовых песков у пос. Лысые Горы (Саратовская область), из которой зубы акул описывались Л.С. Гликманом (1964, 1980). Наиболее близкие по составу комплексы известны из дания Швеции и Дании, хотя присутствуют и южные формы, известные из Марокко.

Зеландские комплексы (E2-E4) в целом близки между собой. Наиболее древний из них (E2) отличается от датского появлением целого ряда характерных видов акул – *Palaeocarcharodon orientalis*, *Palaeohypotodus rutoti*, *Striatolamia striata* (последний вид доминирует), которые впервые появляются в зеландии, а также появлением скатов *Myliobatis*. В целом комплекс наиболее близок к известному из базальных интервалов зеландия Дании и Северной Германии. В более молодом комплексе (E3) также доминируют *Striatolamia striata* и многочисленны *Myliobatis*, среди ламнообразных появляются *Brachycarcharias*, *Glueckmanotodus kamyshinensis*, но особенно он отличается большим разнообразием мелкоразмерных форм, особенно кархаринообразных, типичных для зеландия - низов танета Марокко. Еще более молодой комплекс (E4, конец зеландия -?начало танета) очень схож с предыдущим, отличаясь появлением *Odontaspis winkleri*, редких *Glueckmanotodus heinzelini*, и, вероятно, *Palaeohypotodus volgensis*. Указанные комплексы в Поволжье последовательно отмечаются в песчаной толще, замещающей к западу сызранскую и саратовскую свиты в Волгоградской области. Комплекс из саратовской свиты у г. Камышина, описанный Л.С. Гликманом (1964) и В.И. Железко (1999) наиболее близок к указанным, и, вероятно, соответствует уровню E4. Зеландская ассоциация химеровых рыб наиболее разнообразна в палеогене региона и включает до 5 родов.

Зеландский возраст имеет комплекс акул из проблематичной «добринской свиты» на севере Волгоградской области (Лунгерсгаузен, 1947), локально залегающей на нижнесызранских опоках. Однако, исключительно большая концентрация зубов и их плохая сохранность указывают, что они вероятно, переотложены в результате размыва верхнесызранско-саратовских отложений и находятся во вторичном залегании.

Танетские комплексы эласмобранхий в классических разрезах палеогена по правому берегу Волги неизвестны. Хотя зубы акул и скатов часто отмечались из базального горизонта камышинской свиты, и действительно очень многочисленны в нем, представлены они исключительно переотложенными формами. В отобранных нами пробах (уровень E5) установлены таксоны, характерные для мела и более древних палеогеновых комплексов, преимущественно зеландских. Это же характерно и для пролейской свиты дискуссионного возраста (танет-ипр), в базальном горизонте которой установлены переотложенные палеоценовые формы широкого стратиграфического распространения (уровень E6). В то же время представительный комплекс эласмобранхий танета известен из бузиновской свиты на Донском правобережье Волгоградской области (Лопырев, Попов, 2022). Он характеризуется, как и зеландские комплексы доминированием *Striatolamia striata*, однако отличается наличием зубов *Palaeohypotodus lerichei*, *Jaekelotodus robustus*, большей ролью *Paraorthacodus*,

*Megasqualus*, *Glueckmanotodus heinzeli*, отсутствием характерных в зеландии Поволжья *Striatolamia cederstroemi* и скатов-милиобатид. Этот комплекс наиболее схож с танетскими из Франции, Англии и Бельгии, а также Зауралья. Бузиновская свита, по представлению Г.П. Леонова (1961) и В.П. Семенова (1965) латерально замещает пролейскую свиту, что нам представляется вполне вероятным и на основании наших наблюдений. Некоторые таксоны из указанного комплекса отмечались Л.С. Гликманом также из камышинской свиты в районе г. Камышин (1964), однако ни обнаружить сами образцы в его коллекции в ГДМ, ни уровень, из которого они происходили на местности, пока не удалось.

Ипрские комплексы (Е7-Е10) эласмобранхий довольно разнообразны. В наиболее древнем из них (Е7) доминируют *Sylvestrilamia teretidens*, обычны *Isurolamna inflata*, появляются *Notorhynchus*, *Hypotodus verticalis*, стриатолами, сходные с *Striatolamia striata*, но более крупные, некоторые кархаринообразные (*Rhizoprionodon*, *Pachygaleus*). Наличие в комплексе *Otodus obliquus* указывает на раннеипрский возраст комплекса. Распространение комплекса в Поволжье – калининская свита, хватовская подсвита балтайской свиты (Саратовская и Пензенская области) и царицынская свита (Волгоградская область). В разрезах, где хватовские отложения представлены наиболее мелководными фациями, в нем значительную роль играют акулы-ангелы *Squatina* и скаты *Myliobatis*. Наиболее близкие к описанному комплексы известны из ипра Англо-Парижского бассейна и Зауралья. Комплекс Е8 по таксономическому составу и количественным соотношениям и доминантам сближается с Е7, однако отличается присутствием более продвинутых отодусов *Otodus aksuaticus* (характерных для средней части ипра), также в нем встречаются стриатолами, сходные с *Striatolamia elegans sensu Zhelezko et Kozlov 1999*. Комплекс известен из хватовской подсвиты балтайской свиты (Саратовская область). Более молодые комплексы (Е9-Е10) отличаются появлением акул родов *Isistius*, *Xyphodolamia*, *Physogaleus*, вида *Striatolamia macrota*, в комплексе Е10 – *Macrorrhizodus nolfi*. В этих комплексах встречаются отодусы *O.auriculatus* (глобально появляется в верхней части ипра) вместе с более древними *O.aksuaticus* и *O.obliquus*, что связано с характером конденсированных образований – вмещающих фосфоритовых горизонтов. Различия между комплексами заключаются в том, что в Е9 доминируют *Striatolamia macrota*, а в Е10 – многочисленны *Xyphodolamia*. Возможно, что это локальные особенности, связанные с глубиной палеобассейна, и эти ассоциации незначительно отличаются по возрасту. Комплекс Е9 происходит из мечеткинской свиты (Волгоградская область), а Е10 – из вершаутской подсвиты балтайской свиты (Саратовская область). Указанные комплексы наиболее близки к известным из Казахстана, где также типичны *Xyphodolamia*. В эоцене находки химер становятся очень редкими и включают всего два рода (*Amylodon*, *Edaphodon*); эдафодон – единственный род, известный в отложениях моложе ипрского яруса

Лютетские комплексы, известные из Поволжья, довольно бедны. Наиболее древний из них (Е11) очень схож с позднеипрским, отличаясь появлением *Macrorrhizodus praecursor*, *Clerolamna umovae* и достоверных *Jaekelotodus trigonalis*. Доминируют *Striatolamia macrota*, встречаются *Otodus auriculatus*, а *Xyphodolamia* исчезают. В Поволжье комплексы известны из петровской свиты (Саратовская область) и «мечеткинской» свиты (эти образования на левобережье Дона в Волгоградской области, вероятно, соответствует не типичной мечеткинской свите, а скорее чирской свите Донской схемы). Наиболее богатый комплекс этого уровня, происходящий из петровской свиты, представлен в значительной части окатанными зубами, по всей видимости переотложенными, что затрудняет определение реального лютетского разнообразия. Более молодой комплекс (Е12) в Поволжье известен только по данным И.Ф. Синцова (1885, 1899). В его сборах присутствуют *Striatolamia macrota*, *Jaekelotodus trigonalis*, ?*Otodus sokolovi* (этот зуб отсутствует в сохранившейся по сей день коллекции

Синцова, и может быть определен только по фотографии), скаты *Myliobatis*, *Aetobatus*. Проверить данные Синцова не удалось, местонахождение и уровень с зубами акул, по-видимому, стали недоступны после подъема уровня Волги при сооружении Волгоградского водохранилища. Однако аналог этого комплекса известен из осиновской свиты в окрестностях г. Морозовск Ростовской области. В нем также установлены *Otodus sokolovi* совместно с *O. auriculatus*, обычны *Striatolamia macrota*, *Jaekelotodus trigonalis*, *Macrorhizodus praecursor*, скаты *Myliobatis* и *Aetobatus*. По составу этому комплексу наиболее близки описанные формы из отложений среднего-верхнего лютета Западной Европы (Бельгии) и Узбекистана.

Бартонский комплекс (E13) известен только из основания солонской свиты Волгоградской области. В этом своеобразном комплексе многочисленны акулы *Hexanchus*, *Eostegostoma*, скаты-мобулиды *Burnhamia*, разнообразны мелкоразмерные кархаринообразные, появляются впервые акулы *Usakias*, *Iago*. Его наиболее близкие по составу аналоги известны из верхов лютета и бартона Крыма. Более молодой комплекс (E14) получен также только из Волгоградской области, он приурочен к рубежу приабона и рюпеля (кровле балыклейской свиты), либо к подошве цимлянкой свиты рюпеля (включая, в этом случае, переотложенные приабонские формы). Состав крупноразмерных акул близок к таковому для среднеэоценовых комплексов, однако на уровне мелкоразмерных значительно отличается. Количественно доминируют здесь акулы-катраны (*Squalus*), а скаты представлены впервые появляющимися родами *Dipturus* и *Raja*. Близкий состав имеет комплекс из низов рюпеля (цимлянская свита, E15), однако он был изучен недостаточно из-за небольшого объема пробы, что восполнено отбором пробы большего объема в 2023 г.

Таким образом, полевые и камеральные работы 2022-2023 годов принесли значительный объем нового материала по хрящевым рыбам палеогена Поволжья, часть которого (пробы 2023 г.) еще предстоит обработать. Полученные данные позволяют заполнить существовавшее «белое пятно» в изученности этой группы на данной территории, и заложить основу для дальнейшего более детального изучения и обобщения. Публикация собранных материалов позволит представить данные по территории Поволжья для полноценного использования палеоихтиологами. Также полученные данные позволят включить в необходимом объеме данные по эласмобранхиям в стратиграфические схемы палеогена Поволжья и предложить вспомогательные биостратиграфические подразделения в ранге "слоев с фауной".

Исследование выполняется при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 22-27-00134, <https://rscf.ru/project/22-27-00134/>

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

**Макаркин А.А.**

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

Цифровизация геологического процесса – это создание цифровых моделей геологических объектов и методов их изучения с использованием компьютеров. Геологический объект имеет бесконечное множество свойств, и только часть из них мы вводим в компьютер, создаем цифровую модель объекта. Далее из объектов с одной структурой создаем базу данных (БД). Разные пользователи выбирают разные свойства геологических объектов, исходя из решаемых задач. Поэтому создаются БД с разными наборами свойств для однотипных объектов. Например, невозможно придумать набор свойств для описания керна, который устроил бы всех пользователей.

Одна из актуальных задач цифровизации геологического процесса – слияние баз данных с разной структурой. Нужно облегчить процесс пополнения одной БД объектами из другой БД, нужны программы для преобразования цифровой модели геологического объекта из однонабора свойств в другой. Здесь появится ряд новых свойств, и желательно автоматизировать процесс ввода дополнительных данных.

Базы данных могут быть созданы в разных Системах Управления Базами Данных (СУБД), но все СУБД работают с реляционной моделью данных. Цифровой геологический объект (значения свойств) хранится в нормализованных таблицах (3НФ или выше). Строки таблиц, относящиеся к одному объекту, имеют одинаковое значение в столбце «Ключ объекта».

Например, каждый образец керна в таблице «Керн» имеет свой ключ в столбце «Ключкерна» и выделяет одну строку с уникальными значениями полей в столбцах «Область», «Площадь», «Номер скважины», «Глубина». Но в керне могут быть обнаружены множественные органические остатки для привязки по стратиграфии. Для этих данных нужна отдельная таблица «Палео» со столбцами «Ключ керна», «Семейство», «Вид», ... В этой таблице образец керна будет иметь столько строк со своим значением ключа, сколько обнаружено органических остатков.

Обычно ключ создает СУБД при вводе очередного объекта. Например, MSAccess генерирует порядковый номер, 4-х байтовое целое число. В других СУБД ключ может быть комбинацией букв и цифр.

Каждая СУБД может выгрузить данные из заданной таблицы в файл CSV и загрузить файл CSV обратно в таблицу. Это простой файл текстовых строк. В строке значения полей объекта разделяются запятой или точкой с запятой. Текстовое поле может быть заключено в двойные кавычки ". Пустое поле содержит только разделитель.

A	B	C	D	E	F	G	H
Обращение;Имя;Отчество;Фамилия;СUFFIX;Компания;Отдел;Должность;Рабочий адрес;Рабочий адрес 2;							
;Алина;;Ковалева;;Contoso;555-555-1212;555-555-1212;03.06.2005;20.01.1981;Alina@							
;Анна;;Ермолаева;;Contoso;555-555-1212;Anna@contoso.com;							
;Дарья;;Белякова;;Contoso;555-555-1212;DariyaB@contoso.com;							
;Кирилл;;Крюков;;Contoso;555-555-1212;Kirill@contoso.com;							
;Светлана;;Коновалова;;Contoso;555-555-1212;Svetlana@contoso.com;							

На рисунке показаны текстовые строки CSV-файла на рабочем листе Excel. В первую строку добавлен список полей из формы таблицы в СУБД, в CSV-файле списка полей нет.

CSV-файл простой, но неудобный формат данных. Чтобы определить имя поля, нужно считать разделители с начала строки-объекта, для этого и нужны пустые поля. Еще неудобнее работать с CSV-файлами из двух баз данных с разной структурой таблиц.

Предлагается следующая технология добавления объектов в БД1 из БД2. Создаем текстовые файлы БД1.txt и БД2.txt. Каждый текстовый файл состоит из разделов, описывающих таблицы базы данных. Внутри раздела в отдельных строках описываются поля таблицы по порядку следования.

#Имя\_таблицы\_БД1# или "Имя\_таблицы\_БД2#"

Имя\_столбца= название поля; тип поля; допустимые значения или ссылка на словарь значений; («;» – разделитель в строке)

...

## (конец раздела)

#Имя\_таблицы\_БД1# или "Имя\_таблицы\_БД2#"

Имя\_столбца = название поля; (краткий формат описания столбца)

...



##

Создаем текстовый файл БД1-БД2.txt, содержащий соответствие между столбцами в таблицах БД1 и БД2. Копируем текстовый файл БД1.txt с кратким форматом описания столбцов таблиц БД1. В каждую строку после имя поля таблицы БД1 исимвола «=» и копируем соответствующую строку «Имя\_таблицы\_БД2#Имя\_столбца», откуда будем брать значение поля нового объекта для БД1. Если для столбца из таблицы БД1 нет аналогичного столбца в таблицах БД2, символ «=» будет являться концом строки.

#Имя\_таблицы\_БД1#

Имя\_столбца =Имя\_таблицы\_БД2#Имя\_столбца

...

##

Выгружаем в файлы CSV все таблицы БД2, это будут текстовые файлы вида: "Имя\_таблицы\_БД2.csv".

**Цикл** по разделам текстового файла БД1-БД2.txt. Каждый раздел файла описывает одну таблицу БД1 со строки #Имя\_таблицы\_БД1# до строки ##. Для каждого раздела открываем новый текстовый файл "Имя\_таблицы\_БД1.csv" со своим именем таблицы для загрузки полей объектов из текстовых файлов "Имя\_таблицы\_БД2.csv".

По таблицам БД1 вычисляем максимальный ключ объекта  $maxk_1$ , это будет текущий ключ объекта, добавленного в БД1 из БД2:  $k_{12} = maxk_1$ . Далее идут вложенные циклы.

**Первый цикл** по ключам объектов БД2, ключи находятся в CSV-файлах БД2:  $k_2$  меняется от  $mink_2$  до  $maxk_2$ . Для каждого ключа  $k_2$  создаем новый ключ объекта для добавления в БД1:  $k_{12} = k_{12} + 1$ .

**Второй цикл** по разделам текстового файла БД1-БД2.txt, строкам #Имя\_таблицы\_БД1#. Здесь мы записываем одну строку CSV-файла для таблицы БД1, куда помещаем поля нового объекта БД1 с ключом  $k_{12}$  из полей объекта БД2 с ключом  $k_2$  из CSV-файлов таблиц БД2.

**Третий цикл** по строкам раздела Имя\_столбца =Имя\_таблицы\_БД2#Имя\_столбца. Это последовательность полей для строки CSV-файла таблицы БД1. Данные берем из поля CSV-файла таблицы БД2. Поле опознаем по последовательности строки из раздела таблицы файла БД2.txt. Если поле-источник пустое, то поле-приемник тоже будет пустое.

На выходе из первого цикла CSV-файл каждой таблицы БД1 наполнен строками объектов БД2 с ключами от  $mink_2$  до  $maxk_2$ , только теперь объекты имеют ключи от  $maxk_1 + 1$  до  $maxk_1 + 1 + maxk_2 - mink_2$ .

Загружаем полученные CSV-файлы в таблицы БД1. Пустые поля добавленных объектов удобнее всего вводить в режиме формы.

Из-за краткости изложения опущены многие интересные подробности. Отметим лишь, что описанная технология позволяет решать задачу актуализации базы данных. В частности, очень востребована задача сопряжения стратиграфических шкал из разных регионов для разбивок ниже яруса.

Для реализации описанной технологии предполагается написать программы на языке VBAMSExcel.



## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В СОВРЕМЕННОЙ ПРАКТИКЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Михеев С. И.<sup>1,2</sup>, Санникова Е.П.<sup>1</sup>, Волкова М.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

<sup>2</sup>АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики»

Очевидной тенденцией для современной сейсморазведки является непрерывное усложнение решаемых геологических задач, что требует от сейсморазведки большей детальности и точности прогнозных построений. Для того чтобы удовлетворить этим требованиям специалисты вносят усовершенствования в существующие и разрабатывают новые инновационные технологии сейсморазведочных работ.

В докладе обсуждаются инновационные сейсмические технологии, отличающиеся оригинальностью технических решений и получившие наибольшую известность и признание специалистов. Помимо того, на выбор для обсуждения именно этих технологий повлияло то обстоятельство, что они, по мнению авторов доклада, хорошо отражают тенденции развития сейсмического метода в целом.

*Сверхмногоканальные полевые системы сейсмических наблюдений.*

Обеспечивают возможность уменьшения пространственного шага дискретизации, повышают производительность работ. Отличительной особенностью технологии является отсутствие ограничений на количество активных каналов. В результате в поле формируется поток информации на один-два порядка больше, чем в общепринятых технологиях 3D сейсморазведке. Соотношение сигнал/помеха при этом значительно повышается, пространственная разрешенность сейсмических данных увеличивается. В настоящее время полевые сейсморазведочные работы с использованием этой технологии в значительных объемах выполняются в разных частях мира. Наибольшую востребованность при этом получила технология UniQ компании WesternGeco (Schlumberger). Авторы доклада связывают перспективы дальнейшего повышения геологической эффективности сверхмногоканальных систем с использованием технико-методических приемов многоуровневой сейсморазведки.

*Бескабельные телеметрические сейсморегистрирующие системы (БТСС).*

Применение кабельных систем имеет ряд недостатков: их значительный вес, большие затраты ручного труда, увеличенный риск причинения вреда здоровью, нарушения экологических требований и требований по безопасности, существенные потери времени, связанные с ремонтом и обслуживанием кабелей, возрастающая сложность схем полевых наблюдений и т.д. Стремление преодолеть отмеченные и другие недостатки привело к разработке и внедрению в практику сейсморазведочных работ бескабельных телеметрических сейсморегистрирующих систем (БТСС). В качестве примеров можно привести разработки таких известных фирм как Sersel (UNITE, Франция), iSeis (SIGMA, США), UltraG5 (ASCENDGEO, США). Из отечественных разработок отметим бескабельную систему сбора геофизической информации ОАО «СКБ СП» (Саратов), которая не уступает зарубежным аналогам, а по ряду параметров превосходит.

Развивая обсуждаемое направление, ведущие производители сейсморазведочного оборудования начали выпускать гибридные кабельные регистрирующие системы, в которых отдельные части приёмной расстановки могут постоянно или временно работать в автономном режиме. Примером может служить гибридная система 508XT компании Sercel.

*Точечное возбуждение и точечный приём сейсмических колебаний.* В настоящее время при проведении сейсмических работ, как правило, применяют линейные и

площадные группы из 9–12 или даже более сейсмоприёмников, а также группы из 3-х и более источников. Группирование элементов полевой интерференционной системы применяют для повышения отношения С/П на исходных записях, усреднения условий возбуждения и приема колебаний. В то же время оно приводит к подавлению высоких частот (ВЧ) и снижению разрешающей способности метода. Поэтому в последние годы в России и за рубежом в возрастающих объемах применяется точечное возбуждение и приём колебаний.

Авторы доклада демонстрируют также возможность достижения дополнительного выигрыша в случае отказа от группирования элементов полевой интерференционной системы. Он заключается в расширении возможностей синтеза на этапе обработки приемных апертуроптимальных для всех глубинных интервалов изучаемых разрезов.

*Сейсморазведка на низких частотах.* Выше обсуждался один из возможных способов расширения диапазон частот сейсмической записи в сторону высоких частот. Вместе с тем, большую пользу приносит также расширение частотного спектра в сторону низких частот (от 1 до 10 Гц). Оно позволяет снизить амплитуды побочных максимумов, тем самым повышает динамическую разрешённость сейсмических записей, увеличивает глубину исследований, обеспечивает более точные результаты инверсии сейсмических данных и др.

Кроме этого, НЧ более чувствительны к изменениям пластового флюида, содержащегося в порах породы, что делает НЧ полезными, в частности, для сейсмического мониторинга разрабатываемых месторождений углеводородов. С практической точки зрения следует указать, что расширить спектр сейсмических колебаний в сторону НЧ значительно проще, чем в сторону ВЧ. Действительно, обычно частотный диапазон наземной сейсморазведки (10–80 Гц) представлен тремя октавами (10-20 Гц /20-40 Гц/40-80 Гц). Для повышения разрешения легче добавить одну октаву, снизив нижнюю граничную частоту в спектре сигнала на 5 Гц чем получить тот же эффект повысив верхнюю граничную частоту на 80 Гц, т.е. до 160 Гц.

По мнению авторов доклада в ближайшее время масштабы применения сейсморазведки на низких частотах резко возрастут в связи с достигнутыми успехами в области сейсмического приборостроения, устранившими основной препятствующий работе с НЧ фактор – отсутствие необходимой аппаратуры.

*Широкоазимутальные системы сейсмических наблюдений.* Такие системы сейсмических наблюдений, по сути, представляют собой развитие метода ОСТ – «общей средней точки». В объемной 3D-сейсморазведке под распределением азимутов в бине понимают веер направлений (углов), которые образуют трассы, входящие в данный бин. В бине оно определяется отношением поперечного и продольного размеров сторон области приёма (для широкоазимутальных съемок  $> 0,5$ ).

Широкоазимутальные наблюдения позволяют повысить точность структурных построений, определить направление трещиноватости, которое объясняют природу анизотропных свойств среды, подавить артефакты и помехи, обусловленные недоучётом трёхмерной природы объектов, повысить точность сейсмической инверсии и многое другое.

*Сейсмические технологии, основанные на нелинейных моделях сред.* В последние два-три десятилетия ученые и практики все чаще сталкиваются с тем, что, несмотря на продолжающееся накопление теоретических и экспериментальных данных, совершенствование методик исследования, надежность прогнозирования строения и свойств разреза практически не растет. Ключом к решению указанной проблемы является понимание нелинейности процессов, происходящих в земной коре [1]. В этом проявляется новый подход в развитии теоретических основ геофизических технологий. В частности, уже известны сейсморазведочные технологии, основанные на выявлении и

анализе нелинейных эффектов в наблюдаемых полях сейсмических волн. Плодотворным, в частности, оказалось использование активных моделей изучаемых сред. Активность исследуемых сред предполагает, что они являются энергонасыщенными системами, находящимися в неустойчивом равновесии. При этом неоднородности геологического разреза могут излучать собственные колебания в виде естественной сейсмоакустической эмиссии.

Среди технологий базирующихся на активных моделях изучаемых сред в России наиболее известность получили технология «АНЧАР» и технология низкочастотного сейсмического зондирования («НСЗ»).

Основой технологии «АНЧАР» является выявление низкочастотных аномалий в спектре сейсмической записи в диапазоне 1-5 Гц [2]. При этом предполагается, что указанные колебания генерируются самой залежью и складываются с другими колебаниями.

Технология НСЗ так же основана на анализе низкочастотного (1–10 Гц) естественного сейсмического фона над предполагаемыми нефтяными залежами. В ней учитывается также и то, что над залежью изменяется структура спектра микросейсм.

Применение вышеописанных технологий требует проведения нестандартных полевых наблюдений, что отрицательно сказывается на объеме их внедрения в практику геологоразведочных работ. Поэтому авторы доклада считают необходимым обратить внимание на возможность выявления низкочастотных аномалий в спектре сейсмической по сейсмограммам МОГТ (2D и 3D), т. е. без проведения специальных наблюдений. Для этого анализируются участки сейсмограмм ОПВ до вступления первых волн [3].

Определенные успехи были достигнуты при разработке сейсморазведочных технологий, основанных на другом, связанном с нелинейностью изучаемых сред эффекте - появлении в сейсмической записи побочных гармоник (разностных, суммарных, дробных и кратных). На настоящий момент наиболее изучены волны-гармоники с частотами кратными частотам спектральных составляющих исходного сигнала. Использование волн-гармоник позволяет решить две важные задачи: значительно повысить разрешающую способность сейсморазведки и сделать более надежными результаты прогноза коллекторских свойств пород, а также залежей углеводородов [4].

В начальной стадии разработки находятся *гибридные технологии*, основанные на изучении перекрестных явлений, состоящих во влиянии поля упругих волн на поля другой физической природы и наоборот.

*Технологии сейсмического мониторинга залежей углеводородов.* При разработке залежей нефти и газа одной из основных задач является сохранение темпа отбора при увеличении коэффициента извлечения нефти. В настоящее время для решения этой задачи все чаще применяют 4-мерную сейсморазведку (4D) – сейсмический мониторинг. Он предполагает длительное (от нескольких сотен часов) наблюдение сейсмического поля. Затем закономерности изменения его характеристик интерпретируются с позиций изменения положения ВНК или ГВК, насыщенности, давления то есть того, что могло измениться в пласте за время разработки.

В связи с широким применением в современной практике различных техногенных воздействий на нефтяную залежь и необходимостью оперативного контроля происходящих в среде процессов значительные объемы внедрения получила технология «Сейсмический локатор бокового обзора» (СЛБО). Она реализуется в режиме мониторинга для изучения трещиноватости пород. В основе СЛБО лежит выделение в сейсмическом волновом поле рассеянных волн (РВ) и определении места образования этих волн. Так как наиболее интенсивные рассеянные волны образуются на трещинах открытого типа, то энергия рассеянных волн (ЭРВ) определяется характеристиками трещиноватости горных пород в области первой зоны Френеля.

Полевые наблюдения в СЛБО проводят с помощью площадных апертур излучения (АИ) и приема (АП), расположенных за пределами площади исследования.

Прогноз трещиноватости разреза и ее изменений в СЛБО делается по энергетическим характеристикам РВ.

*Мультифокусинг.* Эта вызвавшая большой интерес специалистов инновационная технология имеет в сравнении с МОГТ ряд отличительных свойств, включая значительное увеличение статистического эффекта накапливания энергетических слабых сейсмических сигналов, учет локальной негиперболичности годографов отраженных волн [5]. Такие свойства позволяют значительно улучшить качество сейсмического изображения на суммарных кубах МФ и на разрезах ОГТ.

Особенно убедительные материалы, демонстрирующие преимущества мультифокусинга получены в условиях солянокупольной тектоники.

Завершая доклад, авторы считают необходимым отметить следующее. Охарактеризованные в нем технологии далеко не исчерпывают список инновационных сейсмических разработок и выбор тех или иных для рассмотрения в докладе имеет в определенной мере субъективный характер, отражающий взгляды авторов на преобладающие тенденции развития сейсморазведки на современном этапе.

#### **Список использованных источников**

1 *Гольдин С.В.* Сейсмические волны в анизотропных средах. - Новосибирск: Издательство СО РАН.- 2008.- 375 с.

2 *Графов Б.М., Арутюнов С.Л., Казаринов В.Е. и др.* Анализ геоакустического излучения низкочастотной залежи при использовании технологии АНЧАР. 1996, Геофизика 5, С.24-28.

3 *Ведерников Г. В, Чернышова Т. И.* Экспертиза рекомендаций на заложение поисково-разведочных скважин// Геофизика №1. 2010

4 *Жуков А.П., Шнеерсон М.Б., Логинов К.И. и др.* Прогнозирование фильтрационно-ёмкостных свойств коллекторов на основе использования нелинейных компонент вибрационных волновых полей. //Технологии сейсморазведки. №1.- 2005

5 *Гриценко С.А.* Построение и обработка изображений методами мультифокусирования сейсмических данных. - СПб.: Цифровое издательство CALAMEO, 2021. 82 с.

## **МНОГОЛЕТНЯЯ МЕРЗЛОТА, ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД НА УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Носова Д.С., Васильева Д.И.**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»*

Многолетняя мерзлота – явление глобального масштаба, занимающее не менее 25% всей площади земного шара. Многие люди нашей страны и зарубежных стран живут в условиях многолетней мерзлоты, в которых у них должно быть свое жилье, иные объекты инфраструктуры, обеспечивающие комфортную жизнь каждого человека. Одно из первых описаний вечной мерзлоты было сделано русскими землепроходцами еще в 17 веке. Первые шаги освоения районов вечной мерзлоты выявили некоторые трудности для строительства жилых и промышленных зданий, автомобильных и железных дорог. Трудности были связаны с тем, что термический режим многолетнемерзлых пород нарушался, вследствие чего появлялся риск повреждения фундамента здания или дорожного полотна. Конечно, в реалиях современного мира строительство тех или иных объектов на почвах данного типа пород стало более возможным, но все равно вызывает

некоторые затруднения. Поэтому целью статьи является изучение многолетней мерзлоты, ее особенностей, а также изучение влияния таяния многолетнемерзлых пород на условия строительства.

«Когда русские стали селиться на Печоре, а затем на рубеже 15-17 веков казаки Ермака, спустившись вниз по р.Оби, основали в 1601 году городок на р.Таз, они тогда уже знали, что в этих местностях почва в глубоких слоях остается всегда мерзлой».[1] Данное высказывание свидетельствует о том, что освоение многолетнемерзлых пород началось людьми еще в 17 веке.

Многолетнее промерзание горных пород начинается в случае, если их среднегодовая температура на подошве слоя сезонного промерзания переходит через 0 градусов в сторону отрицательных значений. К середине прошлого столетия появились данные о новообразовании мерзлых толщ и понижении температуры горных пород. Связан этот процесс, по мнению многих исследователей, с современным похолоданием, которое началось несколько тысячелетий тому назад. На рисунке изображена (рис.1) карта распространения зон вечной мерзлоты.



Рисунок 1 Зоны распространения вечной мерзлоты.

Строение многолетнемерзлых горных пород зависит от распределения в них ледяных включений. В кристаллических и метаморфических горных породах лёд встречается в виде жилок, заполняющих трещины, в песках – в виде линз и мелких кристаллов, в глинах, суглинках, супесях и торфе – в виде слоёв или сетки.

Строительство в условиях многолетней мерзлоты представляет собой сложную задачу. Некоторые из основных проблем, связанных с этим типом строительства, включают в себя: 1) потребность в специализированном оборудовании и квалифицированной рабочей силе; 2) риск повреждения фундамента зданий и сооружений; 3) ограничение на использование некоторых строительных материалов; 4) необходимость учета грунта при проектировании и строительстве.

При проектировании, строительстве и эксплуатации гражданских, производственных и специальных зданий и сооружений в условиях холодного климата Крайнего Севера, их несущие и ограждающие строительные конструкции выполняются, как правило, с максимальной степенью сборности и тенденцией к применению легких транспортабельных и быстро возводимых изделий и деталей. Особое внимание уделяется теплозащитным свойствам наружных ограждающих конструкций остовов зданий. Утепленные наружные ограждающие конструкции стен, заполнение дверных и оконных проемов изготавливаются воздухонепроницаемыми.[2]

Вечная мерзлота занимает более 60 % территории России (рис.1). Таяние вечной мерзлоты представляет большую опасность для расположенных в районах Крайнего



Севера сооружений (дорог, нефте- и газопроводов, резервуаров, площадок нефтегазопромысловых объектов, зданий и др.). Многие сооружения построены на свайных фундаментах, используют многолетнемерзлый грунт в качестве оснований и рассчитаны на эксплуатацию в определенных температурных условиях. [3]

Вот несколько рекомендаций, которые могут помочь повысить эффективность строительства в условиях многолетней мерзлоты: проведение тщательного геологического и геотехнического исследования участка строительства для определения характеристик грунта и воды; использование инженерных систем, которые могут помочь уменьшить воздействие таяния мерзлоты, например, геотермальных систем, которые используют тепло земли для обогрева зданий и предотвращения таяния мерзлоты; использование специализированных материалов и технологий для строительства, которые могут устойчиво стоять на нестабильных грунтах, например, можно использовать современные методы для создания гидроизоляционной прослойки, чтобы предотвратить проникновение воды в фундамент и здание в целом.

Многолетнемерзлые породы могут оказывать существенное влияние на строительство в условиях крайнего севера и других холодных регионах мира. Однако, применение соответствующих мер предосторожности и использование специальных технологий и материалов может помочь справиться с этими проблемами.

#### **Список использованных источников**

- 1 *Каменский Р.М.* К истории изучения вечной мерзлоты // Наука и техника в Якутии. - №2 (13). – 2007.
- 2 Проектирование зданий в особых природно-климатических условиях: Учебное пособие. Том I / В.Р. Мустакимов. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2018.– 239 с.
- 3 *Быков Н.И., Кантерев П.Н.* Вечная мерзлота и строительство на ней // Тансжелдориздат, Москва – 1940. – 380 с.

### **ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

**Огаджанов В.А.**

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

Юго-восточная часть Восточной-Европейской платформы (ЮВ ВЕП) представляет собой мегаблок, заключенный между орогенными сооружениями Кавказа и Урала и ограниченный с запада глубинными разломами сквозного Европейско-Африканского тектонического пояса [1].

Региональная геодинамика мегаблока ЮВ ВЕП обусловлена давлением на неё указанных орогенных сооружений. Воздействие этих сооружений на краевые части ЮВ ВЕП сформировали на южной и восточной ее границах региональные деформации сжатия (рис. 1).

Давление орогенов на мегаблок ЮВ ВЕП привели к деформациям верхней мантии, при этом наибольшей деформации подверглись ее дилатационно разуплотненные комплексы (рис. 2).

На удалении от передних линий региональных зон сжатия формирование локальных зон деформаций ЮВ ВЕП связаны с вертикальным движением и внедрением

в нее дилатационно разуплотненных масс, которые могут быть унаследованы от таковых в мантии. Проникая в перекрывающие толщи земной коры, разуплотненные массы формируют характерные для диапировых внедрений структуры, вызывающие, в свою очередь, деформации верхов кристаллического фундамента, что является следствием проседания его поверхности и возникновения грабенообразных структур (рис.3).

Рассматривая связь региональных линий деформаций сжатия с размещением месторождений углеводородов можно заметить закономерность появления наиболее крупных месторождений при приближении к региональным линиям сжатия и, наоборот, при удалении от этих линий количество крупных месторождений углеводородов закономерно уменьшается (рис. 1).

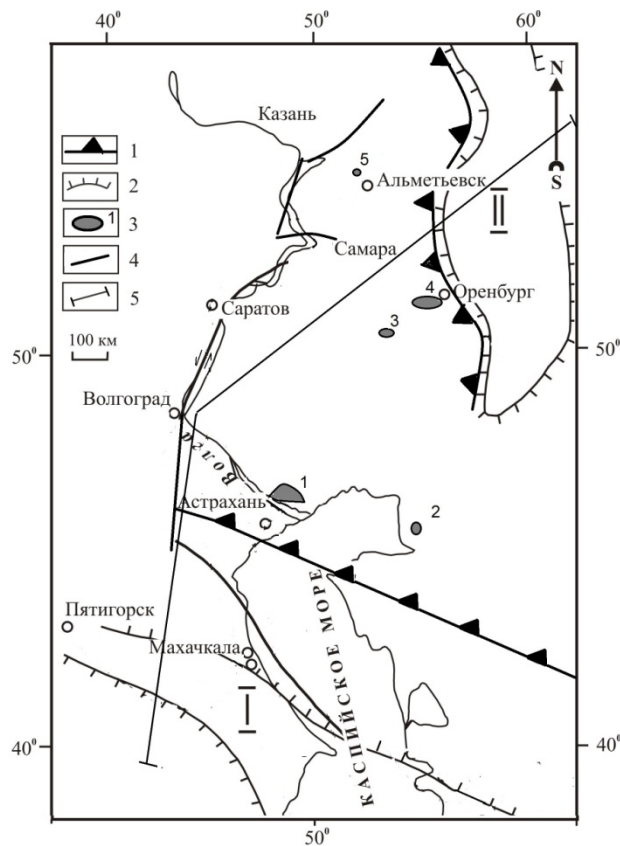


Рисунок 1 Схема расположения линий региональных деформаций сжатия и крупных месторождений углеводородов

1- передняя линия зон горизонтального сжатия; 2- контуры орогенных сооружений: I- Кавказа II- Урала; 3- месторождения углеводородов (1- Астраханское, 2- Тенгизское, 3- Карачаганакское, 4- Оренбургское, 5- Ромашкинское); 4- система разломов, определяющая положение западной границы мегаблока ЮВ ВЕП; 5- профиль, показанный на рисунке 2.

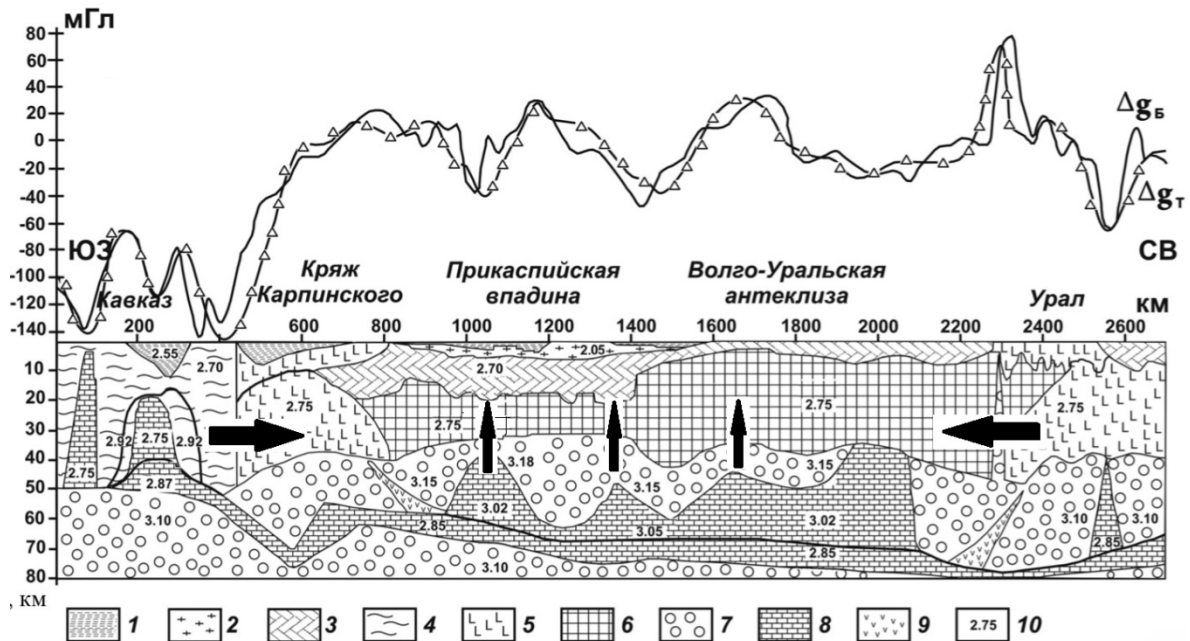


Рисунок 2 Тектонофизическая модель литосферы по линии Кавказ – Урал

Толщи осадочных отложений: 1- мезокайнозойские терригенные, 2- соленосные, 3- палеозойские преимущественно карбонатные. Толщи кристаллической коры: 4- альпийского возраста, 5- герцинского возраста, 6- докембрийского возраста. Толщи мантии: 7- нормально уплотненная, 8- дилатационно разуплотненная, 9- предполагаемые зоны дробления, 10- значения плотности.  $\Delta g_b$  - кривая гравитационного поля в редукции Буге,  $\Delta g_t$  - кривая гравитационного поля, рассчитанная от модели. Толстыми стрелками показано направление сил действия орогенных сооружений Кавказа и Урала, тонкими стрелками показано направление движения разуплотненных масс мантии. Положение профиля на рисунке 1.

Во внутренних частях ЮВ ВЕП обнаруживается приуроченность наиболее крупных скоплений углеводородов к грабенообразным структурам и соответствующим этим структурам зонам разуплотнения кристаллического фундамента (рис.3).

Комплексные геолого-геофизические и геодинамические исследования указывают на связь указанных зон разуплотнения, обусловленных ими структурных форм, а также и сопутствующих этим структурам скоплений углеводородов, с динамикой низов земной коры и мантии (рис.3, 4). На такую связь, в частности, указывают установленные в ряде случаев повышенные концентрации гелия в поверхностном слое осадочной толщи, что может являться следствием проникновения разуплотненных масс и флюидов мантийного генезиса в земную кору. Определенные по инструментальным данным гипоцентры землетрясений (рис. 4) в интервале глубин до 60 км подтверждают активность литосферы в обозначенном интервале глубин.

Формирование дилатационно разуплотненных толщ горных пород является следствием их интенсивного насыщения флюидами [2]. Из этого можно сделать вывод о возможности повышенного флюидонасыщения разуплотненных массивов кристаллического фундамента и низов осадочной толщи. Этот вывод, в частности, подтверждается результатами глубокого бурения в пределах Татарского свода [4].

Данные обстоятельства позволяет рассматривать зоны разуплотнения и перекрывающие их низы осадочной толщи в пределах ЮВ ВЕП в качестве объектов перспективных для обнаружения скоплений углеводородов.

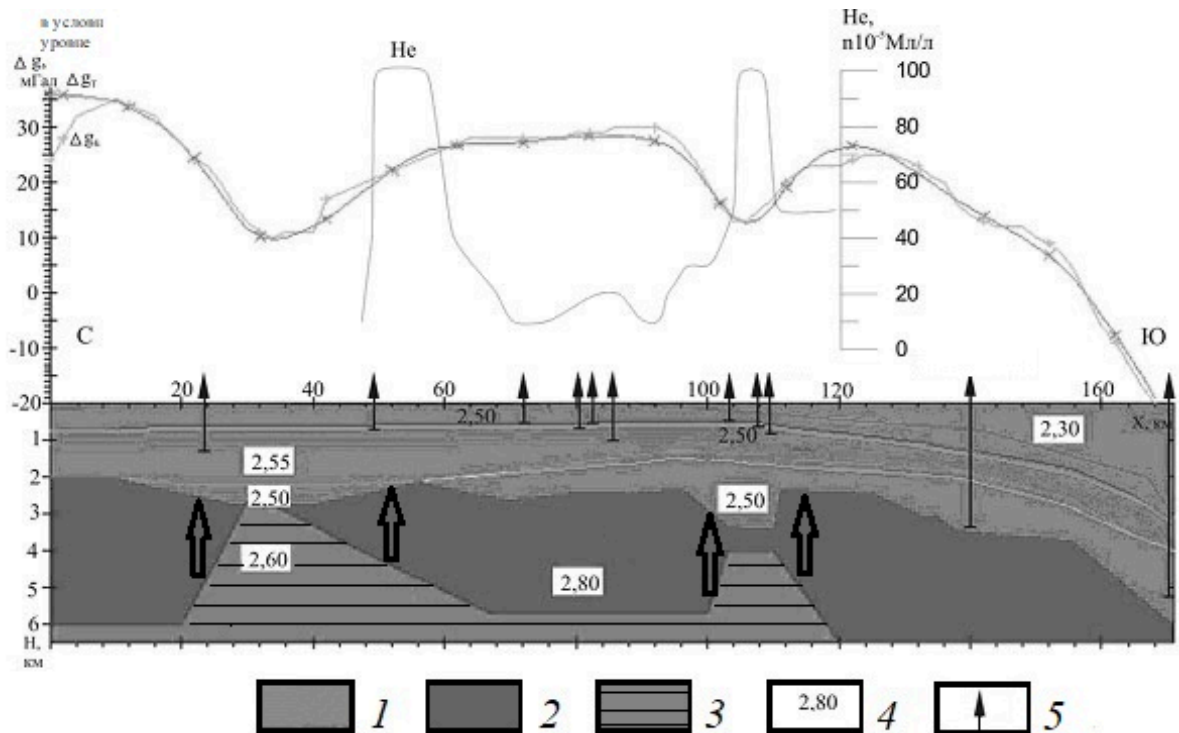


Рисунок 3 - Геолого-геофизический разрез через грабены в районе месторождений углеводородов Поволжья.

1- осадочная толща; 2- нормально уплотненные породы кристаллического фундамента; 3- разуплотненные породы кристаллического фундамента; 4- значения плотности комплексов земной коры, 5- скважины глубокого бурения.  $\Delta g_B$  - кривая гравитационного поля в редукции Буге,  $\Delta g_T$  - кривая гравитационного поля, рассчитанная от модели. He- кривая содержания гелия в приповерхностном слое. Стрелками показано направление движения разуплотненных масс мантийного генезиса.

#### Список использованных источников

- 1 Огаджанов В.А., Огаджанов А.В. Физико-геологические характеристики платформенной части Европейско-Африканского сквозного тектонического пояса// Геофизика. 2014. №4. С. 33-39.
- 2 Огаджанов В.А. Коэмпция геофизических исследований, основанная на явлении дилатации горных пород//Геофизика. 1998. №4. С. 10-13
- 3 Огаджанов А.В. Физико-геологические модели сейсмогенерирующих неоднородностей земной коры Среднего и Нижнего Поволжья. Автореферат дисс. кандидата геол.-мин. наук. Саратов. 2006. 16 с.
- 4 Трофимов В.А. Глубинные региональные сейсморазведочные исследования МОГТ нефтегазоносных территорий// М.: ГЕОС, 2014. 202 с.

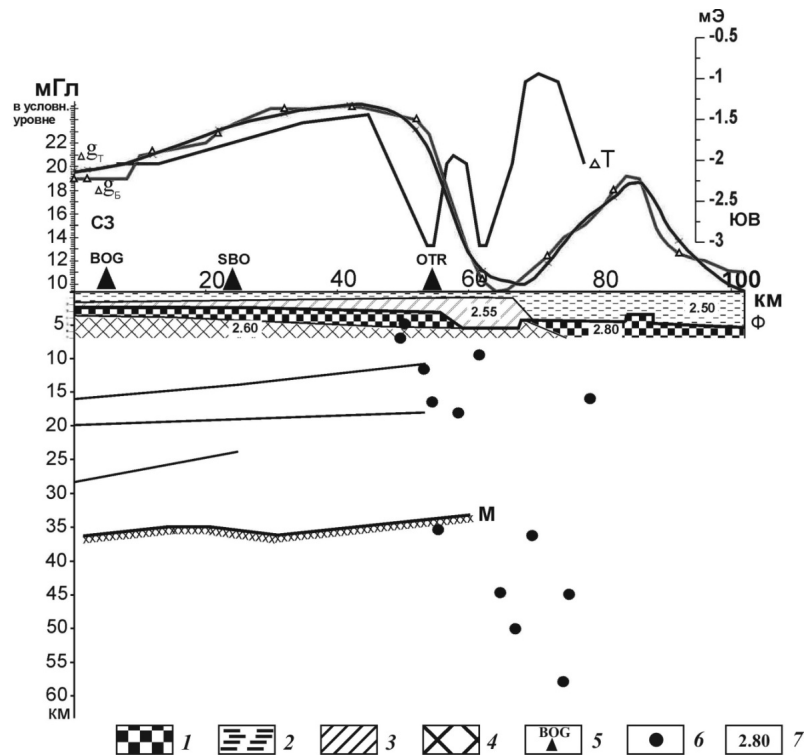


Рисунок 4 - Глубинно-геодинамический разрез через грабены в районе месторождений углеводородов Поволжья.

1-кристаллический фундамент, 2-осадочная толща, 3-нижняя часть осадочной толщи, 4- разуплотненные комплексы кристаллической коры, 5-сейсмические станции метода обменных волн землетрясений, 6-гипоцентры землетрясений, 7-значения плотности.  $\Delta g_{\text{Б}}$  - кривая гравитационного поля в редукции Буге,  $\Delta g_{\text{Т}}$  - кривая гравитационного поля, рассчитанная от модели  $\Delta T$  - кривая приращения полного вектора магнитного поля по [3].

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА

**Орешкин А.И., Котова К.В., Болванова В.О., Ханкишиев В.М.**

*Саратовский филиал ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»*

Периодическая оценка суммарных и прогнозных ресурсов УВ в нашей стране осуществляется с 30-х годов XX века, но систематически и планомерно, начиная с 1961 г. Она внесла много нового в принципы и методику нефтегеологического изучения недр, позволила существенно повысить эффективность геологоразведочных работ.

Целью количественной оценки является достоверная и максимально обоснованная оценка прогнозных ресурсов нефти, газа и конденсата. Поскольку, как правило, не вся территория одинаково изучена, используется метод сравнительных геологических аналогий, который помогает оценить возможное количество ресурсов, на мало разведанных территориях - расчётные участки, опираясь на более разведанные эталонные участки. На данный момент количественная оценка имеет ряд существенных аспектов, которые негативно влияют на точность оценки ресурсов нефти и газа. В данной работе мы рассмотрим ряд аспектов, которые негативно влияют на конечный результат.



В частности, при количественной оценке рассматриваются и учитываются категории ресурсов  $D_0$  и  $D_{1\text{лок}}$ . Категория  $D_0$  представляет ресурсы нефти и газа, подготовленных к поисково-оценочному бурению структур, которые отображаются в Государственном Балансе запасов, и вносятся туда по результатам составления паспортов на структуры. На настоящий момент лишь 7% всех паспортов отвечают необходимым требованиям для постановки структуры на Гос. Баланс и учёт ее ресурсов в количественной оценке. Часто в Гос. Баланс вносятся структуры, которые, в последствии списываются в связи с некачественными паспортами. Решением данной проблемы является обязательная экспертная оценка паспортов структур и обоснованности подготовленных ресурсов категории  $D_0$ , которая будет выявлять паспорта, не соответствующие требованиям для учёта их ресурсов в Гос. Балансе, а не после того, как они уже внесены в него.

Часто, с целью увеличения ресурсов нефти, газа и конденсата и повышения капитализации своего лицензионного участка, авторы паспортов при оценке подготовленных ресурсов  $D_0$  выбирают в качестве месторождения-аналога, для каждого возможно продуктивного горизонта, не ближайшее месторождение к объекту, а месторождения с наиболее выгодными подсчетными параметрами (например, эффективная мощность, коэффициент извлечения и т.д.). В некоторых случаях авторы паспортов для оценки ресурсов категории  $D_0$  на подготовленном объекте выбирают месторождение-аналог, расположенное в другой структурно-тектонической зоне, что не позволяет относить данные ресурсы к категории  $D_0$ .

При оценке подготовленных ресурсов категории  $D_0$ , на наш взгляд, необходимо выбирать месторождение-аналог по следующим критериям:

- месторождение-аналог должно быть расположено в одной структурно-тектонической зоне с подготовленным геологическим объектом  $D_0$ ;
- если подготовленный объект расположен на тектоническом элементе 3 и более порядка, то месторождение-аналог желательно выбирать на этом же тектоническом элементе (например, если подготовленный объект расположен на одной из вершин (структура 3-его порядка) Степновского сложного вала (структура 2-ого порядка), то и месторождение-аналог необходимо искать на этой вершине.

Например, на Южно-Генеральско-Пионерском валу, который является одной из вершин Степновского сложного вала, расположена Северо-Пионерская подготовленная структура, с предполагаемыми продуктивными ардатовскими ( $D_{2ar}$ ) и клинцовскими ( $D_{2kl}$ ) отложениями. Наиболее подходящим месторождением-аналогом для оценки подготовленных ресурсов категории  $D_0$  на Северо-Пионерской структуре является нефтегазоконденсатное месторождение Пионерское с продуктивными ардатовскими и клинцовскими отложениями, расположенное непосредственно на Южно-Генеральско-Пионерском валу. В том случае, если на Южно-Генеральско-Пионерском валу отсутствовало бы подходящее месторождение-аналог для оценки продуктивности Северо-Пионерской структуры, то за месторождение-аналог следует принимать ближайшее к объекту месторождение, расположенное непосредственно на Степновском сложном валу.

В том случае, если рядом с подготовленным объектом в одной структурно-тектонической зоне расположены несколько месторождений с возможными продуктивными горизонтами, то для подсчета подготовленных ресурсов категории  $D_0$  выбирается месторождение, ближайшее к подготовленному объекту; в паспорте на структуру должно быть обоснование выбора именно данного месторождения;

- если в структурно-тектонической зоне, где расположен подготовленный объект, отсутствуют месторождения-аналоги, и авторы паспорта используют месторождение-аналог из другой тектонической зоны, то данный объект должен быть оценен как выявленный, а ресурсы переведены из категории  $D_0$  в отдельную категорию  $D_{0\text{лок}}$ ?

Таким образом, для достоверной оценки подготовленных ресурсов категории  $D_0$  необходим обоснованный выбор месторождения-аналога по вышеперечисленным критериям. В результате корректного выбора месторождения-аналога подготовленные ресурсы категории  $D_0$  будут более достоверными.

В категорию  $D_{1\text{лок}}$  входят выявленные структуры, недостаточно изученные сейсморазведкой (малая плотность сейсмических профилей 2Д) и доизучения их, структуры могут быть переведены в категорию подготовленных с ресурсами категории  $D_0$ . Достоверность и подтверждаемость оценки ресурсов категории  $D_{1\text{лок}}$  данных структур существенно ниже по сравнению с подготовленными структурами с ресурсами категории  $D_0$ . В данную категорию вносились и обсчитывались структуры из геофизических отчетов, основанных на выделении структур по результатам сейсморазведки МОГТ 2Д, без выделения нефтегазоносных горизонтов. В отличие от геофизических отчетов, основанных на выделении структур по средствам применения сейсморазведки 3Д, в которых выделяются нефтегазоносные горизонты, и структуры считаются только по выделенным нефтегазоносным горизонтам. Таким образом, структуры обсчитывались по 7-8 нефтегазоносным горизонтам, так как на территории были аналоги месторождения на все 7-8 нефтегазоносных горизонтов.

Решением данной проблемы может быть разделение категории  $D_{1\text{лок}}$ , на две:  $D_{0\text{лок}}$  и, собственно,  $D_{1\text{лок}}$ . Где в первой категории будут паспорта, которые после небольшой доработки могут быть поставлены в Гос. баланс. А во второй будут новые структуры, которые были выделены в геофизических отчетах, с составлением упрощенного паспорта на структуру.

Следующая важная проблема, это практически отсутствие общего метода выделения эталонных и расчётных участков. Так в одном случае авторы оценки могут брать за участок аналог площадь месторождения, с выделением чрезмерно завышенного коэффициента аналогии и рассчитывать по нему значительные территории. А в другом случае, могут выделять эталонные и расчетные участки, которые не учитывают тектоническую историю развития и структурно-тектоническое строение территории, а также пути миграции нефти и газа. Выделение общего подхода к выделению участков - аналогов, а также перерасчет уже выделенных участков, и последующий мониторинг и корректирование данных в связи с открытием новых месторождений, является фундаментальной проблемой количественной оценки прогнозных ресурсов углеводородов.

В методических руководствах по количественной оценке ресурсов нефти, газа и конденсата 1978, 1983, 1988, 2000 и 2014 г.г. общим требованием являлось: «Как эталонный (ЭУ), так и расчетный (РУ) участки должны располагаться в пределах единого элемента нефтегазогеологического районирования и, по возможности, быть замкнутыми в структурном и миграционном отношении», а «Границами смежных зон нефтегазоаккумуляции (ЭУ и РУ) служат оси впадин, разделяющих положительные структуры, осложненные ловушками нефти и газа, а также зоны литологического замещения». Т.е. такой подход отражает основной объект количественной оценки, не структуры, ни коллектора и т.д. а сами углеводороды способные сформировать залежи.

К сожалению, в проекте Методических указаний 2014 г. эти положения отсутствуют. Т.е. отмечается отход от гравитационной теории формирования скоплений нефти и газа и от одного из базовых требований методики бассейнового моделирования.

Считаем, что выделение эталонных и расчётных участков путем выделения нефтегазосборных областей (зон дренирования) является наиболее обоснованным.

Так же необходимо переработать непосредственно сам расчет коэффициентов аналогии и способ оценки расчетных участков. В настоящее время коэффициенты аналогии рассчитываются общие на нефтегазоносный комплекс, то есть, один общий коэффициент аналогии на каждый расчетный параметр. Так как нефтегазоносный

комплекс может содержать 7-8 и более нефтегазоносных пластов, такой подход является недопустимым, так как абсолютно не учитывается количественное влияние ресурсов нефти или газа в горизонте. Это приводит к тому, что несколько горизонтов, содержащие в себе минимальное количество УВ, посредством изменения их параметров влияют на ресурсы горизонтов, которые превосходят их часто на порядок, увеличивая или уменьшая их в разы. Это приводит к тому, что конечный ресурсный потенциал нефтегазоносных областей (НГО) отличается в миллиарды тонн условного топлива по сравнению с корректным подсчетом. Введение правильного расчета, основанного на выделении коэффициентов аналогии на каждый горизонт, а не общего на весь комплекс, является единственным правильным.

По итогу, можно сказать, что количественная оценка нуждается в существенной доработке, так как в настоящий момент результаты количественной оценки попросту являются не рабочими, на них нельзя полагаться и нельзя брать их в основу любой аналитики. Лишь после переработки принципов выделения расчетных и эталонных участков, а также после изменения принципов оценки участков, можно будет говорить о достоверности выполняемой количественной оценки прогнозных ресурсов углеводородов.

## **СТРУКТУРНЫЙ ПЛАН ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОВОЛЖЬЯ В ПОЗДНЕМЕЛОВОЕ И РАННЕПАЛЕОЦЕНОВОЕ ВРЕМЯ**

**Первушов Е.М., Ермохина Л.И., Шелепов Д.А., Зозырев Н.Ю.**

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

**Введение.** Изучение отложений сеномана (Зозырев, 2006; Первушов и др., 1999; Первушов, 2022, 2023), турона – коньяка, сантона, маастрихта (Гужиков и др., 2007, 2021а, б; Гужикова и др., 2020а, б, 2021; Калякин и др., 2018; Первушов и др., 2017-2022; Pervushov et al., 2019) и, предварительно, палеоцена (Ермохина, 1999; Мусатов, Ермохина, 1999; Первушов и др., 2019; Шелепов, Гужиков, 2023, Шелепов и др., 2023) Поволжья, способствовало выделению производного направления исследований, связанного с рассмотрением геодинамического режима и структурного плана региона в поздне меловое и палеоценовое время. Представления о геодинамическом развитии региональных и локальных структур сформировались при детальном расчленении рассматриваемых интервалов отложений и их достоверном сопоставлении в разрезах, приуроченных к разным структурно-фациальным зонам.

**Материал и методика.** Рассмотрено строение нижних интервалов сеноманского (12 разрезов), туронского (16 разрезов), сантонского (более 20 разрезов), маастрихтского (11 разрезов) ярусов и палеоцена (11 разрезов). Стратиграфическое положение этих интервалов обосновано макро- и микропалеонтологическим данными. Выполнено минералогическое изучение кремне- и железосодержащих образований.

Имеющийся фонд разрезов, материалы отчетов и публикаций, позволили представить изменения структурного плана изучаемой территории в поздне меловое – палеоценовое время. Реконструкции представлены в виде палеоструктурных профилей, приведенных к началу осадконакопления выбранного событийного образования (прослая фосфоритовых желваков среднего турона, «губкового» прослая сантона и т.д.). Оценивались вариации значений мощности, стратиграфической величины эрозионного среза подстилающих отложений и определялось время начала последующего осадконакопления.

В предпринятых исследованиях сделан акцент на выделении и прослеживании в структурно-фациальных зонах поверхностей стратиграфических локальных и региональных угловых и структурных несогласий, особенно в литологически однообразных интервалах пород. Рассматривался состав, сложение и площадное распространение событийных образований, представленных конденсированными и концентрированными скоплениями желваковых фосфоритов, а так же интервалами пород, содержащих первичный кремнистый или железистый цемент. Предпринят анализ строения подошвы пород среднего турона (Иловлинско-Медведицкая вершина) и опробована методика палеоэкологической и тафономической реконструкции событий «неовещественного» времени. Исходной принципиальной основой этих изысканий полагаем достоверность детального расчленения изучаемого интервала отложений на уровне подъяруса, зоны/подзоны, и обоснованность сопоставления выделенных интервалов в разрезах нескольких структурно-фациальных зон.

Описания интервалов событийных образований разного стратиграфического положения послужили основанием для разработки модели формирования диахронных базальных прослоев, литологическое разнообразие которых определялось существовавшим структурным планом территории, рельефом дна бассейна в конкретный интервал времени, и геодинамическим режимом региона, биотическими событиями глобального и регионального масштаба. Предполагается, что фациальная дифференциация событийных образований до некоторой степени отражает усиление штормовых, трансгрессивно-регрессивных процессов, которые в том или ином виде синхронно проявлялись во всех зонах бассейна седиментации. Приуроченность мелководных или относительно глубоководных зон бассейна к тем или иным участкам региона могут быть интерпретированы как отражение подвижек участков территории, способствующих формированию отрицательных или положительных структур.

В основу разработки этой модели положено предположение, что в условиях супралиторали и несколько гипсометрически выше, в зоне проявления процессов континентального гипергенеза, происходило образование железистых кирас. В интервале литорали формировались в разной степени насыщенные фосфоритовыми окатышами и галькой биогенного и механогенного генезиса терригенные – терригенно-карбонатные осадки. На локальных участках длительного существования пляжей формировались относительно мощные и выдержанные скопления желваковых фосфоритов. В интервале верхней сублиторали размерность и частота встречаемости терригенных включений сокращается, еще отмечаются последствия штормовых процессов, обусловивших развитие темпеститов. В моменты событийных явлений, в приглубых зонах нижней сублиторали и «псевдоабиссали» концентрировались окатыши поверхности осадка, спиккулы кремневых губок и панцири радиолярий. В последующем, соединения кремнезема служили цементирующей основой вмещающих осадков и прослоев кремнистого состава. Наиболее полно подобная модель строения базальных образований прослежена на территории Правобережного Поволжья на примере сеноманских и сантонских образований.

**Базальный комплекс отложений нижнего сеномана.** Почти повсеместно нижнесеноманские отложения залегают на породах среднего и верхнего альба. Ближе к погребенному валу Карпинского сеноманские карбонатно-терригенные образований перекрывают позднепалеозойское складчатое основание. О том, что подошву сеномана порой трудно проследить в едином терригенном комплексе альбских – сеноманских образований и то, что положение этой подошвы приурочивается к железистым или кремнистым песчаникам, горизонту желваковых фосфоритов указывали предшествующие исследователи (Морозов, 1962; Морозов, Орехова, 1967; Бондарева, Морозов, 1981). Детального биостратиграфического расчленения сеноманских терригенных пород не разработано. Относительно уверенно выделяются и

прослеживаются три литостратона в составе меловатской свиты (Первушов и др., 1999; Зозырев, 2016). В девятые годы прошлого века выделены стратиграфические участки, до некоторой степени соотносящиеся с существовавшими структурно-фациальными зонами, в которых изучались сеноманские отложения. Это Хоперский, Медведицкий, Баландинский, Саратовский и Волжский участки. В каждом из них установлено от 3-5 до 10-12 разрезов. В частности, в Хоперской зоне рассматривались разрезы: Большой Карай, Большой Мелик, Малиновка, Пады, Репная Вершина, Репное и Хоперское, Никольское. В ряде разрезов установлены только нижние интервалы сеномана, а в иных – только верхние, стратотипом меловатской свиты (нижней и средней подсвит) рассматривается разрез Меловатка-6. Наиболее уверенно фациальный профиль подошвы сеноманских образований прослеживается по разрезам Иловлинско-Медведицкой вершины (Медведицкий стратиграфический участок). Здесь, в присводной части структуры прослеживается прослой железистого песчаника (Моисеево), по ее южному крылу – прослой фосфоритов и ближе к Терсинской впадине – песчано-фосфатные окатыши (Меловатка-6) и линзы кремнистых песчаников. В настоящее время в сводах положительных структур отложения сеномана отсутствуют, в депрессиях подошва сеномана вскрывается редко. Использование метода перспективной корреляции (Зозырев, 2006) позволило выделить в составе меловатской свиты поверхности региональных несогласий как дополнительное обоснование выделения трех подсвит.

**Подошва турона.** Нижние интервалы туронских отложений слагают мергели среднего подъяруса, лишь в локальных депрессиях установлены карбонатно-терригенные образования нижнего подъяруса (Чухонастовка, Озерки-2). В юго-западной части Рязано-Саратовского прогиба (РСП) турон залегает на породах среднего (Нижняя Банновка, Красный Яр), в осевой его части – верхнего сеномана (Пудовкино, Безобразовка). На юго-восточном склоне Токмовского свода мергели турона пластуруются на глины среднего альба (Вольско-Хвалынская структурная зона). В сводах брахиантиклиналей породы турона размыты в коньякское (Багаевка) и раннесантонское (Саратов, Баланда) время. На участках, где турон залегает на породах среднего сеномана, подошву карбонатных пород слагает плита ассимилированных фосфоритовых желваков, вымытых из верхнесеноманских песков (Красный Яр, Нижняя Банновка, Мирошники). Строение и состав прослоя фосфоритовых желваков в основании туронских отложений изменчив по простиранию, что отражает пологоволнистый рельеф морского дна и существование отмелей (Иловлинско-Медведицкая вершина). В депрессиях, унаследованных от структурного плана сеноманского времени, в раннем туроне формировались терригенно-карбонатные осадки с линзами фосфатных терригенных и карбонатных окатышей (Озерки-2).

**Подошва сантона.** В юго-западной части РСП базальный прослой нижнего сантона залегает на карбонатах среднего турона - среднего коньяка и представлен прослоем биогенных галек и окатышей, образованных по скелетам кремневых губок. В южной центриклинали и в своде РСП сантон залегает на песках верхнего сеномана. Здесь, в присводовых частях Ртищевско-Баландинского вала (Ахтуба, Радушенки) и южной части Саратовских дислокаций (Оркино, Мезино-Лапшиновка) подошву пород сантона слагают пронизанные железистыми прослоями мергели или пески карбонатные. Под ними залегают промытые и «отбеленные» пески сеномана с крупными железными «колодцами». Предполагается, что формирование железистых кирас и «колодцев» происходило в условиях островного латеритного выветривания содержащих глауконит пород (Первушов и др., 1999). В депрессиях же, существовавших в раннем сантоне (Чухонастовка-5), осадконакопление характеризовалось чередованием карбонато- и кремненакопления, что привело к формированию тонкого переслаивания карбонатных и кремнистых пород («шерт»). В южной центриклинали северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба (УСП) кремнистые мергели нижнего сантона



залегают согласно на мергелях верхнего коньяка (Вольск), а «губковый» горизонт формировался уже в позднеантонское время. На северо-западе осевой части РСР в подошве терригенных пород антона локально отмечается маломощный фосфоритово-губковый прослой. Строение базальных образований антонского яруса характеризует региональный масштаб событий этого времени, проявившихся в перестройке структурного плана территории и изменении циркуляции водных масс в обособленном шельфовом бассейне, дифференциации и переориентации структурно-фациальных обстановок. В то же время в Прикаспийской впадине и на северном крыле Украинской синеклизы на протяжении туронского – антонского времени сохранялся устойчивый режим карбонатакопления.

**Подошва маастрихта.** Нижние интервалы пород маастрихта изучены по немногим удаленным разрезам с целью рассмотрения захоронений губок и морских рептилий на фоне дискуссии о положении границы кампана – маастрихта. В данном случае внимание уделено строению основания карбонатных пород зоны *Bel. lanceolata*, которые в центральной и южной части региона залегают на темноцветных силицитах верхнего кампана – нижнего маастрихта. Литологическая характеристика этого стратиграфического интервала описывается рядом «пески – алевролиты – мергель – песчаный мел», разнообразно и строение базального прослоя. На большей части северо-восточного свода УСР подошва ланцеолятовой зоны литологически не выражена, но в пределах положительных структур маастрихт залегает со значительным эрозионным срезом на породах кампана и даже альба (Три Мара, Карабулакские дислокации). В южном своде УСР основание ланцеолятовой зоны слагают глауконитовые мергели и алевролиты (Невежкино, Луганское, Сырт), рассеянные желваковые фосфориты (Белый Ключ, Саратов). Установленная в ряде разрезов (Елшанка) фосфоритовая плита, с локальным содержанием фоссилий, рассматривается как диахронное образование.

**Подошва палеоцена.** Силициты – алевролиты верхнего дания – зеландия (сызранская свита), залегают на породах маастрихта и лишь на юге региона - на кампанских образованиях. Детальное расчленение основано на зональной шкале наннопланктона. В разрезах южной центриклинали УСР основание палеоцена представлено линзами и прослоями железистых соединений (Богданиха), а в Вольской структурной зоне крупные пронизанные ихнофоссилиями ксенолиты карбонатных пород маастрихта южнее сменяются, на фоне карстовых воронок и останцов, линзами железистых гравелитов с субавтохтонно захороненными беспозвоночными. Высказывается предположение, что залегающие под сызранской свитой и выделенные в качестве слоев и свит березовские, ключевские и белгородненские образования, формировались и сохранились от последующего размыва в эрозионных понижениях, представляют собой результат переработки подстилающих карбонатных или терригенных осадков в условиях фонового кремнеаккумуляции. В пределах Саратовских дислокаций (Красная Речка) и западной периклинали Степновского вала (Саратов), Каменско-Золотовской ступени (Сырт) основание палеоцена отмечается по прослою глауконитизированных глин – алевролитов или по смене мергелей маастрихта опоками, без видимого базального прослоя. Юго-западнее, в присводовых частях брахиантиклиналей, сызранская свита залегает на плите песчаника, насыщенного желваками фосфоритов, с переотложенными из маастрихта фоссилиями.

**Обсуждение результатов.** Расчленение интервалов на уровне подъяруса, зоны/подзоны позволяет, при достаточном фонде разрезов, отслеживать тенденции формирования структур в позднемерловое время. Изучение обычно маломощных событийных образований, формировавшихся порой не менее продолжительное время, чем перекрывающие, значительно более мощные образования, представляется одним из направлений в понимании закономерностей геодинамического развития территорий. Предполагается, в раннекампанское время современные Карамышская и Терсинская

впадины развивались как единая структурно-фациальная зона, обособившиеся в плиоцене при инверсионном развитии Доно-Медведицкого вала. Токмовский свод обособленно развивался в сеноманское – туронское время и позднем сантоне, подчеркивая северо-восточный борт РСП, который унаследовано развивался в позднем сеномане, а в сантоне испытал частичные инверсии. Вольская структурная зона в туроне – кампане погружалась в северном направлении, а маастрихте – палеоцене, при поднятии Балаковской вершины, погружение переориентировалось на юг.

## БЕЗОПАСНОСТЬ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

**Петина В.А.**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», МГРИ*

Карсты приводят к значительным социальным, экономическим и экологическим проблемам. Они могут приводить к опасным явлениям, таким как провалы, что может создавать опасности для жизни и здоровья людей и для инфраструктуры. Такие полости могут возникать в различных геологических формациях, таких как карбонатные породы, известняк, гипс, соли и другие.

Проведение исследований карстовых полостей при проектировании строительных объектов, таких как здания, дороги и мосты, позволяет предотвращать подобные ситуации и гарантировать безопасность.

Геологические и антропогенные процессы, которые к ним приводят, формируются на протяжении многих лет, что делает возможным их раннее обнаружение и предотвращение.



Рисунок 2 Карстовый провал

Карстовые провалы встречаются во всем мире, и Россия не является исключением. В России больше 60% территории занимают карстующиеся горные породы. В основном подвержены к этому процессу Европейская часть.

Предотвратить карстовый провал можно при помощи специальных методов их обнаружения. Для выявления опасных зон на территории России необходимо усовершенствовать метод электроразведочных работ

Аппаратура позволяет изучать удельное электрическое сопротивление и поляризуемость горных пород на переменном токе с помощью бесконтактных приемных линий. Использование трех частот позволяет классифицировать аномалии.

Это исследование является новаторским в своем подходе к анализу данных и раскрытию новых факторов, которые способствуют образованию карстовых провалов. Более того, результаты исследования могут быть полезны для прогнозирования и предотвращения подобных явлений на других участках поверхности Земли, что может способствовать сохранению жизни и имущества людей.

Конечная цель исследования заключается в том, чтобы создать безопасную среду для жизни людей, дома которых находятся на карстующихся территориях Российской Федерации, посредством разработки и усовершенствования электроразведочной аппаратуры, которая:

1 Позволит исследовать карстовые полости с высокой точностью и надежностью;

2 Повысит эффективность процесса поиска и изучения карстовых полостей для последующего использования в геологических, инженерных и строительных работах;

3 Дает возможность определить расположение и размеры карстовых полостей, а также оценивать геологические угрозы при проведении работ в зоне карста.

Данный метод помогает подробно исследовать разрез от первых десятков метров до более 300-400 метров, благодаря чему полученные результаты электроразведочной аппаратуры позволяют увидеть зоны карстовых полостей, их размеры и геометрические формы.

Главной перспективой электроразведочной аппаратуры заключается в ее совершенствовании, которые позволили улучшить качество и точность получаемой информации, глубинные исследования, экономность, достоверность, применимость в различных климатических условиях, получение геоэлектрического разреза (рис.2), выделение разрывных нарушений и оценивание тектонической обстановки участка. При таких данных параметров метода можно обнаруживать карстовые провалы, а самое главное их предотвращение.

Ценность и польза полученных результатов электроразведочной аппаратуры заключается в возможности избежать негативных последствий при возведении инфраструктуры в зоне возможного расположения карстовых полостей.

Исследование карстовых полостей имеет большое значение для науки и практических приложений. Карст – это комплексный природный процесс, который зависит от множества факторов, включая климатические, геоморфологические, гидрогеологические и геологические факторы. Изучение карстовых полостей позволяет более глубоко понять эти процессы и их роль в геологических процессах и мировом климате.

## **АНАЛИЗ ПРОГРАММЫ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ РУП «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛОРУСНЕФТЬ» НА ПЕРИОД 2022–2026 ГОДЫ В ПРЕДЕЛАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

**Пикас А.В., Барабанова Д.М.**

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»*

Одним из основных полезных ископаемых, добываемых в Республике Беларусь, является нефть. Все месторождения нефти в РБ приурочены к Припятскому прогибу, который делится на 3 структурно-тектонические зоны: Северную, Центральную и

Южную. Большая часть разведанных месторождений нефти расположено в Северной структурной зоне, однако поисковые и разведочные работы ведутся также в Центральной и Южной структурных зонах. В последнее время в Центральной структурно-тектонической зоне был открыт ряд новых месторождений.

Изучаемая территория относится к Внутреннему грабену Припятского прогиба. Внутренний грабен характеризуется особенно сложным строением. Здесь четко проявлена не только продольная, но и поперечная зональность. В северной части грабена между Червонослободско-Малодушинским и Азерецко-Хобнинским разломами обособлена Азерецко-Хобнинская ступень (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема структурного районирования подсолевого комплекса Припятского прогиба

Азерецко-Хобнинская тектоническая ступень расположена к северу от Приосевой депрессии в северной части Внутреннего грабена между Азерецко-Хобнинским региональным коровым разломом на юге и Червонослободско-Малодушинским региональным мантийным разломом на севере. Ступень вытянута в субширотном направлении более чем на 200 км при ширине до 20 км. В южной поднятой части ступени выделяется Омельковщинская зона приразломных поднятий, состоящая из моноклинальных блоков, ограниченных субширотным Азерецко-Хобнинским разломом и оперяющими его поперечными локальными разрывами. Ступень наиболее нарушена разрывами между Пержанско-Симоновичским и Первомайско-Заозерным разломами [1].





Рисунок 2 – Схема размещения нефтяных месторождений и перспективных площадей

В пределах ступени открыт ряд новых месторождений в числе которых: Бескопыльновское, Кузьминское и Нургалеевское. На данных месторождениях продолжаются поисковые и разведочные работы.

#### Бескопыльновское месторождение

Бескопыльновское месторождение (рисунок 2) относится к Северо-Омельковщинской подсолевой структуре. В тектоническом отношении Северо-Омельковщинская подсолевая структура приурочена к Азерецко-Хобнинской региональной зоне локальных поднятий, расположенной на структурной террасе Азерецко-Хобнинской тектонической ступени Центральной структурной зоны Припятского прогиба.

Скважины Бескопыльновского месторождения, пробуренные в пределах Северо-Омельковщинской структуры, относятся к четырем блокам: I блок – 3 Бескопыльновская, 5 Бескопыльновская, 5s2 Бескопыльновская, 12 Бескопыльновская; 9002 Бескопыльновская – II–III блок; III блок – 9 Бескопыльновская; IV блок – 4 Бескопыльновская, 6 Бескопыльновская, 10 Бескопыльновская.

На скважине 9002 Бескопыльновская проводилось поисковое бурение. Скважина была пробурена на глубину 2967 метров. На забое вскрыты породы кристаллического фундамента AR-PR<sub>1</sub> возраста. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 1.227 у.е., извлекаемые – в 0.396 у.е. Фактический прирост по данным на 2020 год составил 0.037 у.е.

На скважине 3 Бескопыльновская проводилось разведочное бурение. Скважина была пробурена на глубину 2783 метра. На забое вскрыты породы ланского горизонта. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 1.127 у.е., извлекаемые – в 0.384 у.е. Фактический прирост по данным на 2021 год составил 0.025 у.е.

На скважине 4 Бескопыльновская проводилось разведочное бурение. Скважина была пробурена на глубину 3355 метров. На забое вскрыты породы кристаллического фундамента AR-PR<sub>1</sub> возраста. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.459 у.е., извлекаемые – в 0.161 у.е. Фактический прирост по данным на 2022 год составил 0.056 у.е.



На скважине 5 Бескопыльновская проводилось разведочное бурение. Скважина была пробурена на глубину 3273 метра. На забое вскрыты породы ланского горизонта. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.557 у.е., извлекаемые – в 0.198 у.е.

Запланировано бурение разведочной скважины 5s2 Бескопыльновская. Планируемая глубина 2975 метров, предположительно вскрыет породы ланского горизонта. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.557 у.е., извлекаемые – в 0.198 у.е. (Общие запасы со скважиной Бескопыльновская 5).

На скважине 6 Бескопыльновская проводилось разведочное бурение. Скважина была пробурена на глубину 4032 метра. На забое вскрыты породы кристаллического фундамента AR-PR<sub>1</sub> возраста. Проектным является вронезский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.459 у.е., извлекаемые – в 0.161 у.е. Ожидаемый прирост на 2023 год составляет 0.036 у.е.

Запланировано бурение поисковой скважины 8 Бескопыльновская. Планируемая глубина 2665 метров, предположительно вскрыет на забое породы ланского горизонта. Проектным является семилукско-саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.371 у.е., извлекаемые – в 0.119 у.е. Ожидаемый прирост на 2024 год составляет 0.070 у.е.

Запланировано бурение поисковой скважины 9 Бескопыльновская. Планируемая глубина 3200 метров, предположительно вскрыет на забое породы ланского горизонта. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.368 у.е., извлекаемые – в 0.128 у.е. Ожидаемый прирост на 2024 год составляет 0.040 у.е.

Запланировано бурение поисковой скважины 10 Бескопыльновская. Планируемая глубина 3200 метров, предположительно вскрыет на забое породы ланского горизонта. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.116 у.е., извлекаемые – в 0.043 у.е. Ожидаемый прирост на 2024 год составляет 0.040 у.е.

Запланировано бурение поисковой скважины 11 Бескопыльновская. Планируемая глубина 3200 метров, предположительно вскрыет на забое породы ланского горизонта. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.368 у.е., извлекаемые – в 0.128 у.е. Ожидаемый прирост на 2024 год составляет 0.040 у.е.

Запланировано бурение поисковой скважины 12 Бескопыльновская. Планируемая глубина 3200 метров, предположительно вскрыет на забое породы ланского горизонта. Проектным является саргаевский горизонт. Геологические запасы оцениваются в 0.371 у.е., извлекаемые – в 0.119 у.е. Ожидаемый прирост на 2025 год составляет 0.040 у.е.

Суммарные геологические запасы исследуемой части Бескопыльновского месторождения составляют 5.423 у.е., извлекаемые – 1.873 у.е. Фактический прирост составляет 0.118 у.е., ожидаемый – 0.384 у.е.

Кузьминское и Нургалеевское месторождения (рисунок 2) относятся к Избыньской и Восточно-Избыньской подсолевым структурам соответственно. Избыньская подсолевая структура приурочена к Калининской субрегиональной зоне локальных поднятий, расположенной на Азерецко-Хобнинской тектонической ступени Центральной структурной зоны Припятского прогиба. Структура расположена на участке между Москвичевским и Карташовским месторождениями.

#### Кузьминское месторождение

На скважине 9001s3 Кузьминская производилось поисковое бурение. Скважина была пробурена на глубину 4465 метров. На забое вскрыты породы старо-оскольского горизонта. Проектный горизонт – семилукский. Геологические запасы оцениваются в 0.713 у.е., извлекаемые – 0.282 у.е.

На скважине 9001s3 Кузьминская производилось поисковое бурение. Скважина была пробурена на глубину 4585 метров. На забое вскрыты породы старо-оскольского

горизонта. Проектный горизонт – семилукский. Геологические запасы оцениваются в 0.610 у.е., извлекаемые – 0.240 у.е. Фактический прирост по данным на 2020 год составляет 0.052 у.е.

На скважине 2 Кузьминская производилось разведочное бурение. Скважина была пробурена на глубину 4298 метров. На забое вскрыты породы кристаллического фундамента AR-PR<sub>1</sub> возраста. Проектный горизонт – семилукский. Геологические запасы оцениваются в 0.256 у.е., извлекаемые – 0.103 у.е. Фактический прирост по данным на 2022 год составляет 0.019 у.е.

Суммарные геологические запасы нефти исследуемой части Кузьминского месторождения составляют 1.579 у.е., извлекаемые – 0,625 у.е. Фактический прирост составляет 0,071 у.е.

#### Нургалеевское месторождение

На скважине 1 В-Избыньская (9001 Нургалеевская) производилось поисковое бурение. Скважина была пробурена на глубину 4459 метров. На забое вскрыты породы кристаллического фундамента AR-PR<sub>1</sub> возраста. Проектный горизонт – семилукско-саргаевский. Геологические запасы оцениваются в 0.532 у.е., извлекаемые – 0.210 у.е. Фактический прирост по данным на 2021 год составляет 0.065 у.е.

На скважине 2 Нургалеевская производилось разведочное бурение. Скважина была пробурена на глубину 4641 метр. На забое вскрыты породы старо-оскольского горизонта. Проектный горизонт – семилукско-саргаевский. Геологические запасы оцениваются в 0.339 у.е., извлекаемые – 0.147 у.е. Фактический прирост по данным на 2022 год составляет 0.059 у.е.

На скважине 3 Нургалеевская производилось разведочное бурение. Скважина была пробурена на глубину 4510 метров. На забое вскрыты породы ланского горизонта. Проектный горизонт – семилукско-саргаевский. Геологические запасы оцениваются в 0.060 у.е., извлекаемые – 0.025 у.е. Ожидаемый прирост на 2023 год составляет 0.020 у.е.

Суммарные геологические запасы нефти исследуемой части Нургалеевского месторождения составляют 0.939 у.е., извлекаемые – 0,382 у.е. Фактический прирост составляет 0,124 у.е., Ожидаемый – 0.144 у.е.

Таким образом, полученные данные доказывают, что центральная структурная зона Припятского прогиба обладает значительными запасами нефти. Целесообразно продолжение поисково-разведочных работ.

#### **Список использованных источников**

1 Махнач, А. С., Гарецкий, Р. Г., Матвеев, А. В. Геология Беларуси [Текст] / А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев — 1-е изд. — Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001 — 815 с.

### **КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОВОЗРАСТНЫХ ТОЛЩ ПО ДАННЫМ БУРОВЫХ СКВАЖИН НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГОМЕЛЯ**

**Полякова Я.А.**

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»*

Корреляционный анализ представляет собой статистический метод изучения взаимосвязи между несколькими величинами (показателями). В геологии данный вид исследования применяется в основном с целью сопоставления разновозрастных (разновозрастных) пород, расположенных в различных скважинах, а также позволяет обнаруживать стратиграфические перерывы (при их наличии) в седиментогенезе.

Для проведения корреляционного анализа были выбраны и описаны 3 скважины в пределах г. Гомеля и около него: скважина № 2 (Центролит), скважина № 2 на минеральные воды по ул. Артема и скважина на минеральные воды в пос. Костюковка (рисунок 1).

Скважина № 2 (Центролит) была пробурена в 1979 г., располагается в 12,3 км западнее ж/д станции Гомель, в 4,65 км юго-восточнее ж/д станции Прибор, 0,85 км северо-западнее пересечения р. Узы с дорогой Гомель-Речица, на 2 надпойменной террасе рр. Сож и Днепр. Глубина скважины составляет 1002 м. Абсолютная отметка устья 127 м.

Скважина № 2 на минеральные воды по ул. Артема в г. Гомеле была пробурена в 1983 году и располагается на 0,2 км восточнее поликлиники № 8, в 0,4 км севернее пешеходного моста через р. Сож в парке им. А. Луначарского на моренной равнине днепровского возраста. Глубина скважины составляет 593,3 м.

Скважина на минеральные воды в пос. Костюковка находится в поселке Костюковка, но более точного описания местоположения не имеет.

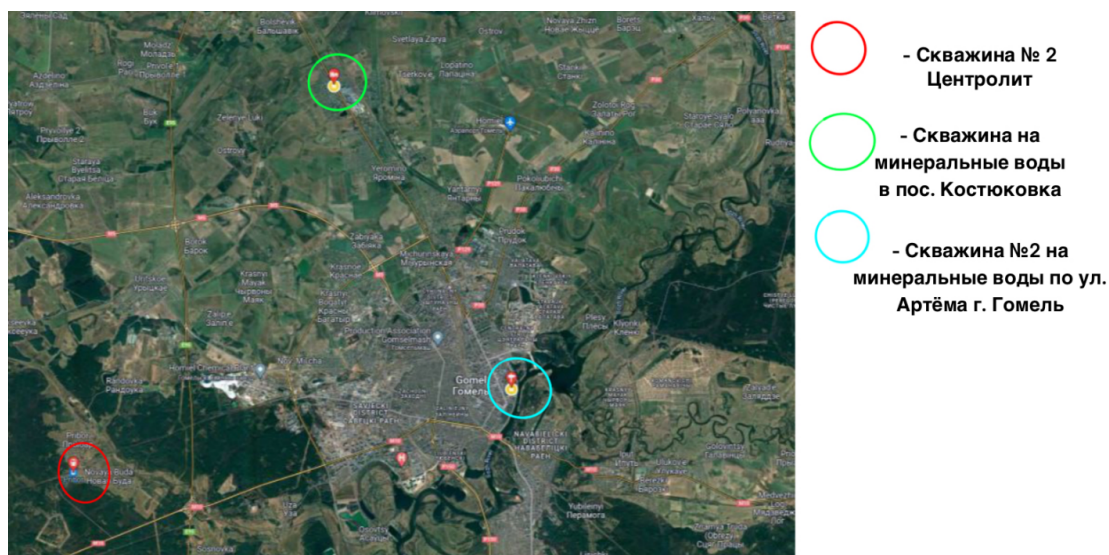


Рисунок 1 – Фрагмент космоснимка (скважина № 2 (Центролит), скважина на минеральные воды в пос. Костюковка и скважина № 2 на минеральные воды по ул. Артема)

Между данными скважинами была произведена корреляция одновозрастных толщ (рисунок 2).

Согласно схеме корреляции по трем скважинам было выделено 6 скоррелированных толщ: верхнеюрский период ( $J_3$ ), среднеюрский период ( $J_2$ ), нижнемеловой период ( $K_1$ ), верхнемеловой период ( $K_2$ ), эоцен ( $P_2$ ) и четвертичная система (Q).

Средняя мощность юрской системы – 92,8 м, меловой системы – 198,16 м, палеогеновой системы – 19,9 м, четвертичной системы – 202,2 м. В целом по 4 скоррелированным толщам мощность составляет 331,06 м. Мощность скоррелированных отложений скважины № 2 на минеральные воды по ул. Артема в г. Гомеле составляет 337,4 м, в скважине № 2 (Центролит) – 336,8 м, в скважине на минеральные воды в пос. Костюковка – 302,7 м.

Литологический состав отложений *среднеюрского возраста* ( $J_3$ ) представлен песками с прослоями карбонатных глин, известняков, мергелей; глинами серыми и зеленовато-черными доломитовыми, аргиллитоподобными глинами, песчаными глинами, песками тонкозернистыми, алевролитами, песками кварцевыми, известняком

трещиноватым, алевролитом плотным, мергелем светло-серым плотным и песчаником среднезернистым.

Толща отложений *верхнеюрского* возраста ( $J_2$ ) представлена светло-серыми, кварцевыми, мелко-тонкозернистыми песками, аргиллитоподобными глинами темно-серыми, иногда тонкогоризонтальнослоистыми, пластичными, тонкоплитчатыми. В скважине № 2 на минеральные воды по ул. Артёма в глинах наблюдается большое количество остатков органических веществ (обуглившиеся растения). По этой причине в этой скважине цвет глины меняется от черной до красновато-коричневой.

Отложения *нижнемелового* возраста ( $K_1$ ) литологически представлены глауконитово-кварцевыми песками тонкозернистыми, иногда с прослоями глин или глинистым. В песках могут присутствовать стяжения сульфидов. Наблюдаются также песчаники, глины черные или темно-серые со слабым зеленоватым оттенком. Алевролит темно-серый плотный, мергель плотный, песчаный.

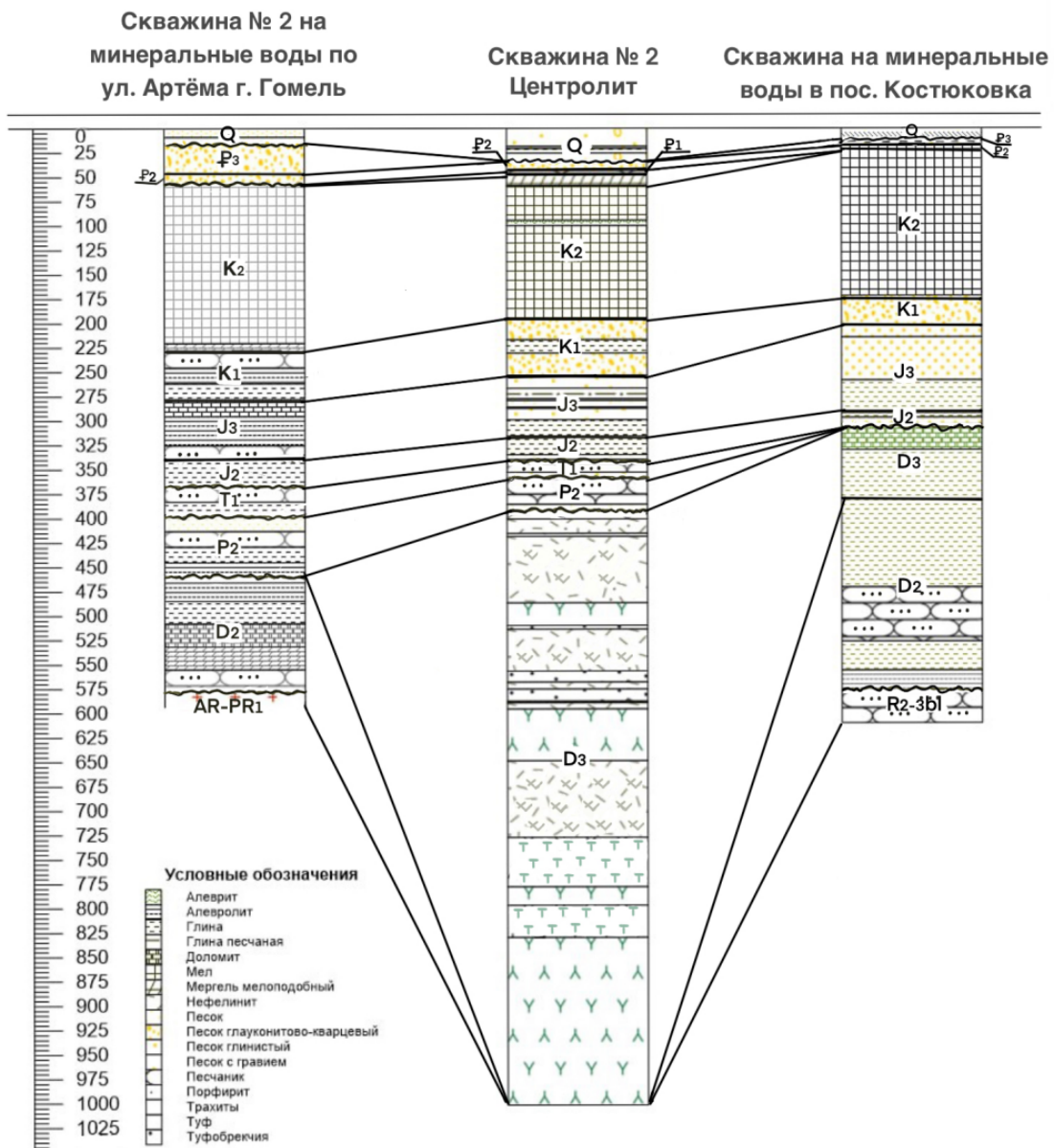


Рисунок 2 – Схема корреляции разновозрастных толщ по данным буровых скважин



Образования *верхнемелового возраста* ( $K_2$ ) в основном представлен светло-серым мелом: глинистым, трещиноватым, песчано-глинистым, мергелистым, иногда с включением ходами илюедом различных размеров или мелких желваков кремния. Помимо мела встречается алевроит, пески глауконитово-кварцевые фосфоритоносные.

Толща *эоценового возраста* ( $P_2$ ) представлена песками, иногда глинистыми, мелкозернистыми, глауконитово-кварцевыми, тонкозернистыми с прослоями опоки или алевроита.

Отложения *четвертичной системы* ( $Q$ ) представлены моренными образованиями днепровского горизонта, супесью буровато-серой, песком светло-желтым, глауконитово-кварцевым, глинистым, мелкозернистыми, могут присутствовать хорошо окатанные гравий и галька.

В скважине № 2 (Центролит) самыми древними являются отложения *верхнего девона* ( $D_3$ ). Они представлены в основном различными туфами, туфобрекчиями, нефелинитами и трахитами. Вскрытая мощность: 601 м.

В скважине на минеральные воды в пос. Костюковка самыми древними породами являются отложения *среднерифейского возраста* ( $RF_2$ ), представленные песчаниками трещиноватыми от крупно- до мелкозернистых, полевошпатово-кварцевых. В них наблюдаются включения гравия, гальки, метаморфических пород. Вскрытая мощность: 31,8 м.

Древнейшими породами, представленными в исследованных скважинах, являются *архей-нижнепротерозойские отложения* ( $AR-PR_1$ ) вскрытые в скважине №2 на минеральные воды по ул. Артема в г. Гомель. Они представлены гранитом розово-коричневым, трещиноватым, выветрелым и имеет мощность более 14,8 м.

В результате проведения корреляционного анализа по трем скважинам (скважина № 2 (Центролит), скважина № 2 на минеральные воды по ул. Артема и скважина на минеральные воды в пос. Костюковка) были выделены шесть разновозрастных толщ, представленных во всех скважинах, к ним относятся: верхнеюрский период ( $J_3$ ), среднеюрский период ( $J_2$ ), нижнемеловой период ( $K_1$ ), верхнемеловой период ( $K_2$ ), эоцен ( $P_2$ ) и четвертичная система ( $Q$ ).

Средняя мощность юрской системы – 92,8 м, меловой системы – 198,16 м, палеогеновой системы – 19,9 м, четвертичной системы – 202,2 м. В целом по 4 скоррелированным толщам мощность составляет 331,06 м. Мощность скоррелированных отложений скважины №2 на минеральные воды по ул. Артема в г. Гомеле составляет 337,4 м, в скважине № 2 (Центролит) – 336,8 м, в скважине на минеральные воды в пос. Костюковка – 302,7 м. Древнейшими породами, представленными в исследованных скважинах, являются архей-нижнепротерозойские отложения скважины №2 на минеральные воды по ул. Артема в г. Гомель.

## **РОЛЬ, ПРИМЕНЕНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ**

**Рыжиков Е. А.**

*УО "Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины"*

Инженерно-геологические изыскания (далее – ИГИ) являются неотъемлемой частью строительного процесса. В состав инженерно-геологических изысканий входят следующие работы:

- сбор и анализ имеющихся геологических материалов;
- дешифрование космо- и аэрофотоматериалов;
- маршрутные наблюдения, буровые и горнопроходческие работы;



- геофизические исследования;
- опытные полевые работы;
- стационарные наблюдения;
- лабораторные исследования;
- камеральная обработка собранных материалов и составление отчета.

Эти данные необходимы для проектирования и строительства различных инженерных сооружений, таких как здания, дороги, мосты и т.д.

В работе рассмотрены актуальные данные по использованию геоинформационных систем (ГИС) в инженерно-геологических изысканиях – их роль в современном мире; проблемы, которые могут возникнуть при их использовании; примеры ГИС и их применения.

### ***Роль ГИС в инженерно-геологических изысканиях.***

В современных геологических изысканиях ГИС играют важную роль в улучшении сбора данных. Одним из способов использования ГИС для сбора данных является использование спутниковых данных и материалов аэрофотосъемки. Спутниковые данные предоставляют возможность получать высококачественные изображения земной поверхности, которые могут быть использованы для анализа геологических структур, трещин и деталей местности. Аэрофотосъемка также позволяет получить детальные изображения местности, что особенно полезно при изучении сложных геологических образований.

Также ГИС позволяют создавать цифровые карты и модели местности. Это позволяет геологам визуализировать и анализировать данные о местности, включая ее рельеф, гидрографию и другие важные для изучения геологических процессов факторы.

Анализ пространственных данных также является важной частью ИГИ. С помощью ГИС можно идентифицировать и классифицировать геологические структуры, слои пород, трещины и разломы в них. Это позволяет геологам более точно понять геологическую историю региона и предсказать возможные геологические события.

ГИС также позволяют оценивать уязвимость местности к опасным геологическим явлениям – землетрясениям, оползням. С помощью ГИС можно анализировать данные о геологической структуре, рельефе и других факторах, чтобы определить области с повышенным риском возникновения этих явлений. Это помогает специалистам разработать стратегии предотвращения рисков при строительстве на данной местности.

ГИС предоставляют возможность создания интерактивных карт и 3D-моделей, что позволяет геологам визуализировать результаты исследований. Интерактивные карты и 3D-модели позволяют улучшить восприятие данных и облегчают коммуникацию с заинтересованными сторонами. Геологи могут использовать эти инструменты для представления своих результатов и объяснения сложных геологических концепций неспециалистам.

Примерами программ, предназначенных для использования ГИС в инженерно-геологических изысканиях, являются:

- *ArcGIS*: это одна из самых популярных программных платформ для ГИС, которая предоставляет широкий спектр инструментов и функций для создания и управления геологической базой данных, проведения пространственного анализа и визуализации геологической информации (рисунок 1).

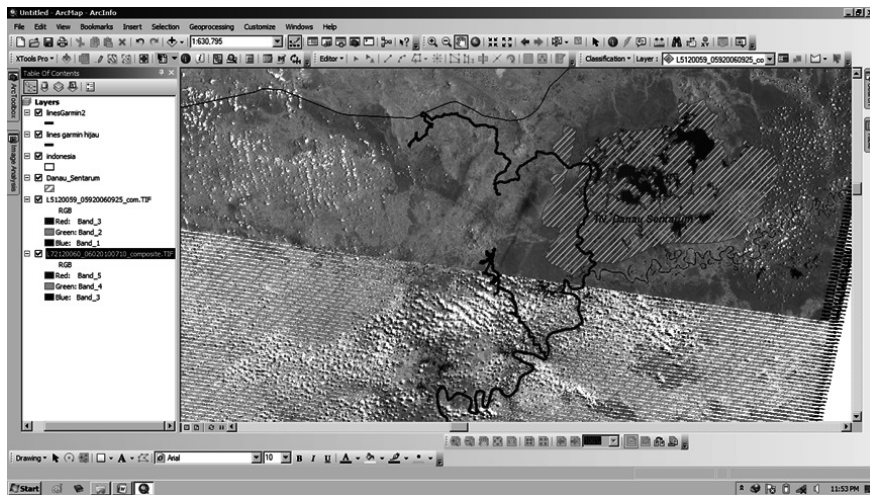


Рисунок 1 - Интерфейс и пример карты, построенной в ArcGIS

- *Leapfrog Geo*: это коммерческая программа, предназначенная для создания трехмерных моделей геологических структур и грунтов (рисунок 2). Она позволяет инженерам и геологам визуализировать сложные геологические процессы и принимать решения на основе этих моделей.

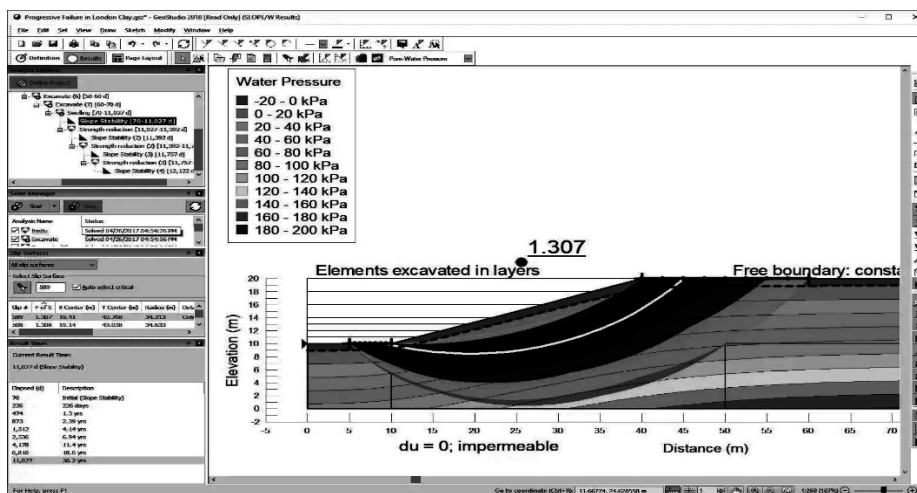


Рисунок 2 - Интерфейс и схема стабильности склона, построенная в LeapFrog GeoStudio

- *RockWorks*: ГИС предлагает инженерам-геотехникам и строителям графические и аналитические инструменты для оценки строительных площадок и земляных работ. *RockWorks* позволяет создавать каротажные отчеты и поперечные сечения скважин, различные типы карт, структурных диаграмм, геологических моделей трещин и многого другого.
- *QGIS*: это бесплатная и открытая программа для ГИС, которая также предоставляет множество возможностей для работы с геологическими данными. *QGIS* поддерживает различные форматы данных и имеет множество плагинов для расширения функциональности.

Это лишь несколько примеров программ, доступных для использования в инженерно-геологических изысканиях. В зависимости от конкретных потребностей и

задач, инженеры и геологи могут выбрать программу, которая наилучшим образом соответствует их требованиям.

В целом, ГИС играют важную роль в геологических изысканиях, улучшая сбор данных, анализ пространственных данных и визуализацию результатов. Они также облегчают коммуникацию с заинтересованными сторонами и способствуют развитию более эффективных стратегий изучения геологических процессов. Однако использование ГИС в геологических изысканиях также связано с определенными проблемами, которые будут описаны далее.

### ***Проблемы использования ГИС.***

Хотя ГИС предоставляют множество преимуществ и возможностей для инженерно-геологических изысканий, существуют и некоторые проблемы, связанные с их использованием:

- Сложность и стоимость программ: некоторые программы ГИС могут быть сложными в использовании и требовать специальных навыков или обучения. Многие предприятия используют специально разработанные программы, обучение работе в которых не входит в обычные программы обучения в ВУЗах, что требует дополнительного времени на обучение специалиста. Следует также признать, что большинство литературных источников, которые получили широкое распространение, морально устарели, или описывают только теоретические вопросы построения и функционирования ГИС. Кроме того, многие коммерческие программы могут быть дорогими для приобретения и обслуживания.

- Недостаток стандартизации: существует множество различных форматов данных и стандартов в области геологии, что может затруднить обмен данными между разными программами и системами.

- Зависимость точности результатов от входных данных: ГИС полностью полагаются на точность и качество входных данных - карт, результатов измерений, моделей. Неточные и неполные данные могут привести к неточностям и ошибкам в анализе.

- Сложность работы с большими объёмами данных: Геологические данные могут быть очень объемными и требовать значительных вычислительных ресурсов для обработки и анализа. Это может создавать проблемы при выполнении сложных пространственных анализов и моделирования.

- Ограниченность анализа динамических процессов: некоторые ГИС могут быть ограничены в своей способности анализировать динамические процессы, например землетрясения или изменение уровней грунтовых вод. ГИС может иметь ограничения в отслеживании этих изменений и предсказании будущих событий.

Таким образом, ГИС, несмотря на наличие проблем, играют весьма важную роль в геологических изысканиях, предоставляя специалистам возможность эффективно анализировать и интерпретировать большие объёмы геологических данных. Применение ГИС позволяет значительно улучшить точность и надежность результатов исследований, а также сократить время и затраты на проведение исследований. Несмотря на некоторые проблемы, ГИС остаётся мощным постоянно развивающимся инструментом, который позволяет облегчить и ускорить различные работы, которые включают в себя геологические изыскания.

## ПОЛИГОН «ОСОВЦЫ» – КАК ОБЪЕКТ УЧЕБНОЙ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

**Свирский Д.А., Пикас А.В.**

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»*

В учреждении образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» в период с 10.06.2023 по 31.06.2023 студенты-геологи первого курса геолого-географического факультета проходили учебную общегеологическую практику. Объекты изучения располагались в пределах г. Гомеля и Гомельской области: полигон «Осовцы» (Гомельский район), карьер «Лениндар» (Добрушский район), узел слияния рек Сож и Ипуть (озеро Володькино), Центр исследования, обработки и хранения керна БелНИПнефть РУП «Производственное объединение» «Беларуснефть», скважины действующего нефтедобывающего фонда (Речицкий район), Республиканский заказник «Мозырские овраги» (Мозырский район).

Одним из объектов учебной общегеологической практик является полигон «Осовцы». Территория полигона «Осовцы» в структурно-тектоническом отношении расположена в пределах Воронежской антеклизы и в его пределах выделяется меридиональный Урицкий разлом.

На кристаллическом фундаменте архейско-раннепротерозойского возраста (AR-PR<sub>1</sub>) залегает осадочный чехол, который сложен толщами девона (D), карбона (C), перми (P), триаса (T), средней и поздней юры (J<sub>2-3</sub>), мела (K), палеогена (P), нерасчлененных отложений палеогена и неогена (P-N), неогена (N) и квартера (Q).

Четвертичные отложения представлены аллювиальными отложениями поймы голоценового возраста (aQ<sub>4sd</sub>), которые сложены разнозернистыми песками, песчано-гравийными породами, супесями и илами, аллювиальными отложениями первой надпойменной террасы поозерского горизонта позднеплейстоценового подотдела (a<sub>1</sub>Q<sub>3pz</sub>), которые сложены разнозернистыми песками, песчано-гравийными породами, супесями и глинами, аллювиальными отложениями второй надпойменной террасы поозерского горизонта позднеплейстоценового подотдела (a<sub>2</sub>Q<sub>3pz</sub>), которые сложены разнозернистыми песками, песчано-гравийными породами, супесями и глинами. Встречаются моренные отложения (в пределах моренного холма) днепровского подгоризонта припятского горизонта среднеплейстоценового подотдела (gQ<sub>2dn</sub>), сложенные валунными суглинками, супесями, песками, гравийно-галечными породами, золотые отложения нерасчлененной толщи позднего плейстоцена и голоцена (vQ<sub>3-4</sub>), сложенные песками, болотные отложения голоценового возраста (plQ<sub>4</sub>), которые сложены торфом.

В геоморфологическом отношении исследуемая территория расположена в пределах поймы реки Сож (aQ<sub>4sd</sub>) (параллельно-гравийная и сегментно-гравийная пойма), первой (a<sub>1</sub>Q<sub>3pz</sub>) и второй (a<sub>2</sub>Q<sub>3pz</sub>) надпойменных террас, которые осложнены золотыми (золотые холмы – (vQ<sub>3-4</sub>)), ледниковыми (моренный холм – (gQ<sub>2dn</sub>)), техногенными (thQ<sub>4</sub>: насыпи и выемки, горные выработки – карьер «Березинский» по добыче песка, рекультивированные карьеры) формами рельефа, а также в пределах исследуемой территории имеется ряд болотных комплексов (plQ<sub>4</sub>).

В период прохождения практики в пределах полигона «Осовцы» наиболее детально изучались толщи четвертичных отложений, производился отбор проб с последующим проведением лабораторных исследований (определен гранулометрический и минералогический состав проб). В результате проведенных лабораторных исследований определено, что отобранные образцы представляют собой песчаные грунты – пески мелкозернистые, в которых содержание фракций размерностью 0,25–0,1 мм составляет более 50 % (табл. 1).

Таблица 1. Журнал лабораторного определения гранулометрического состава грунтов

Ситовой анализ									Лабораторный номер образца
Фракции грунта, мм									№2
Показатель	Более 10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	Менее 0,1	Номер выработки: 2
									Глубина отбора образца: 0,51 м
Масса пробы грунта, г	100								Дата определения 15.06.2023
Масса фракции грунта, г	0	0	0	0	1,84	31,48	60,16	7,0	Окончательный результат гранулометрического состава грунта
Содержание фракции, %	0	0	0	0	1,84	31,48	60,16	7,0	Мелкозернистый песок

По результатам проведенного минералогического исследования установлено, что в исследованных образцах преобладают зерна кварца и полевого шпата (табл. 2).

Таблица 2. Минералогический состав образца по фракциям

Фракция грунта, мм	Минеральный состав	Фото
1-0,5	Кварц. Полевой шпат	
0,5-0,25	Кварц. Полевой шпат	





Таким образом, полигон «Осовцы» является одним из классических объектов при прохождении учебной общегеологической практики. В его пределах студенты имеют возможность изучать разные генетические типы четвертичных отложений, генетические геоморфологические формы и процессы рельефообразования.

## **ТЕНДЕНЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В РОССИИ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Слонов Д. Н.**

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

В России технические и аппаратурные новации, реализованные за рубежом, появляются с задержкой в 3-5 лет. Так было при переходе на цифровую телеметрию, широкому применению технологии 3D, высокопроизводительной вибросейсморазведки, многоволновой сейсморазведки.

Уже более 10 лет происходит революционная трансформация технологий сейсморазведки, связанная с появлением дешевых бескабельных сейсморегистрирующих систем и высокопроизводительной вибросейсморазведки.

### **Тенденции современной сейсморазведки:**

- Повышение плотности сейсмических наблюдений;
- Переход на точечный прием и точечное одиночное возбуждение;
- Увеличение октавности сейсмической записи с расширением диапазона как в зону низких частот, так и высоких;
- «Зеленая» (экологосберегающая) сейсмика;
- Наземно-скважинная сейсморазведка;
- Комплексование геофизических данных;
- Внедрение самопозиционирования оборудования с использованием глобальных навигационных спутниковых систем;
- Использование БПЛА в исследованиях;
- Уберизация производства.

### **Плотность сейсмических наблюдений**

- На раннем этапе сейсморазведки 3D, в 80-е годы прошлого века (а в России в 90-е годы), плотность трасс едва достигала 20 тысяч на кв.км при кратности 20–25 и размере бина 25 x 50 м.
- На сегодняшний день плотность наблюдений при стандартных съёмках 3D в России составляет 150-250 тысяч трасс на кв.км при кратности от 60 до 150 и размере бина 25 x 25 м.
- К съёмкам с высокой плотностью, выполняемым за рубежом с 2005 года, а в России с 2012 года, можно отнести такие, при которых регистрируется более 1,5 млн. трасс на кв.км при кратности от 225 до 750 и размере бина 12,5 x 12,5 или 6,25 x 6,25 м.
- Самая высокая плотность наблюдений 3D в России достигнута компанией ГЕОТЕК Сейсморазведка в зимнем сезоне 19/20 гг. – более 11 млн. трасс на кв.км.

### **Примеры современных сейсмических проектов:**

- ОАЭ компанией ADNOC (2019 г.) с нодальной системой Stryde достигнута плотность 184 млн. трасс на кв.км \*

- ОМР в Канаде (2021 г.) на площади 1 кв.км с нодальной системой Stryde: достигнута плотность 256 млн. трасс на кв.км.
  - Мексика, 105 000 каналов смешанной расстановки из 55 000 нодов, AnalogQuantum и 50 000 нодов на базе QuantumAccuseis MEM
  - Саудовская Аравия 80 000 каналов G3i HD в условиях пустыни 54 виброисточника, работающие в группах по 2.
  - Китай, проект в провинции Синь-Цзянь 40 000 каналов SmartSolo использовано совместно с оборудованием G3i HD 30000 каналов в горной местности, всего 531156ПВ на 363054ПП;
  - На проекте в Омане достигнута максимальная производительность виброисейс в 52444 ПВ за 24 часа
  - При ультра-плотной съёмке в Катаре (2009–2011 гг.) достигнута плотность более 35 млн. трасс на кв.км при кратности 504 и размере бина 3,75 x 3,75 м. Здесь кратность в пересчёте на стандартный бин 25 x 25 м составила бы около 22000.
  - Производственная съёмка в Египте (2020 г.): 78 млн. трасс на кв.км
- Данные проекты уже стали современным стандартом качественной сейсморазведки, являются ориентиром и для российских заказчиков геологоразведочных услуг. Однако для реализации такого технологического скачка в России есть существенные ограничения, причем, как объективные, так и субъективные.

#### **Особенности рынка в России**

- Недостаточное количество оборудования (около 1 млн каналов и 250 единиц виброустановок);
- Старение оборудования (большая часть оборудования приобретено до 2018 года);
- Прекращение работы в России производителей геофизической аппаратуры из США и Франции;
- Отсутствие собственной современной элементной базы, затрудняющее российские разработки собственной аппаратуры;
- Применение устаревших стандартов выполнения сейсморазведочных работ, опирающихся на Инструкцию по сейсморазведке 1986 г.;
- Уменьшение количества участников рынка;
- Тенденция к снижению объема работ с 2020 года.

Геологоразведка, и, в частности, сейсморазведка, как наиболее эффективный метод изысканий относятся к стратегическим сферам экономики. Государственные программы поддержки заказчиков работ, геофизических компаний, производителей геофизического оборудования становятся основой для принципиального изменения ситуации и существенного технологического рывка российской геофизической отрасли.

Увеличение объема заказов на геологоразведочные работы ожидается как через стимулирование недропользователей, так и за счет увеличения бюджетного финансирования геологоразведки в региональных исследованиях. Стимулирование недропользователя происходит, прежде всего, ужесточением требований к соблюдению лицензионных обязательств, заявительным порядком предоставления новых лицензий, возможности получения экономических преференций в исследовании новых территорий или «сложной нефти».

Проекты Минпромторга позволяют финансировать новые разработки в российской сейсморазведке (сейсмостанции СКБ СП, оборудование для виброустановок Геосвип, гравиметр «Пешеход» и др.)

### **Предпосылки для технологического рывка в российской сейсморазведки:**

- Уникальные технологии в сейсморазведке, не имеющие мировых аналогов – импульсная технология «умный удар» - импульсный источник в движении
  - НПП «Спецгеофизика» - АВИС – адаптивная сейсморазведка, расширяющая и выравнивающая спектр сейсмического сигнала
  - СКБ СП – SCOUT - все технологии сейсморегистрации в одной системе
  - Геосвип – виброисточники МЗ – лучше зарубежных аналогов
  - Геотом – новое поколение сейсморегистрирующих систем – бескабельная система с удаленным управлением и контролем статусов полевой системы наблюдения.
- Создание отечественного комплекса аппаратурного и программного обеспечения для сейсморазведки в рамках импортозамещения: виброисточники, система управления, система регистрации данных.

### **ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ ПО ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ**

**Соломон М.В., Гончаренко О.П.**

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

Текстура сильвинитовых пород определяется ориентировкой и взаиморасположением кристаллических агрегатов сильвина, галита и минералов-примесей (как правило, слоев и линз терригенного пелитового материала и ангидрита, образующих нерастворимый остаток (Н.О.) – т.е. способом заполнения пространства всеми этими составными частями. Текстура, являясь одной из наиболее значимых характеристик соляных пород, обычно тесно связана со структурами.

Структура сильвинитовых пород определяется, прежде всего, степенью идиоморфизма кристаллов сильвина и галита, обусловленной закономерностями их кристаллизации и последующего дорастания; присутствием зональных структур роста и признаков замещения более ранних хемогенных минералов (например, карналлита) сильвином; характером распределения включений в минералах и взаимоотношениями кристаллов сильвина и галита с примесным терригенным пелитовым материалом и ангидритом.

Распределение по площади образца нерастворимого остатка (Н.О.), сложенного, в основном, пелитом, ангидритом и гипсом, характер их взаимоотношений с основными минералами солей влияют на текстурно-структурное строение калийных залежей и, как следствие, определяют качество извлекаемого полезного компонента.

В работе Э.О. Баяндиной, А.И. Кудряшова (2015) указано, что для Верхнекамского месторождения в перечень кондиций для подсчета запасов калийного сырья содержание Н.О. (%) за редким исключением (например, Палашерский и Талицкий участки) не входит. Тем не менее, содержание Н.О. (%) в породе влияет на степень извлечения полезного компонента при их обогащении и, в целом, повышает расходы, как на переработку пород, так и на размещение (складирование) глинисто-соляных шламов. Главным же является то, что содержание Н.О. (%) в сильвинитовых породах определяет способ их обогащения [Баяндина, Кудряшов, 2015].

По мнению А.И. Кудряшова [Баяндина, Кудряшов, 2015] в перечне факторов, определяющих эффективность освоения участков Верхнекамского месторождения, содержание Н.О. (%) в породах, слагающих промышленные пласты, стоит следом за содержанием КС1 (%). Неоспоримым остается тот факт, что Н.О. оказывает отрицательное влияние на многие процессы освоения месторождений калийных солей.



Причем это влияние может быть, как прямым, при обогащении полезного вещества, так и косвенным, отражающим снижение прочности соляных пород, увеличение количества отходов калийного производства.

Целью исследований является установление влияния Н.О., определяющего тип текстуры, на качество сильвинитов и соотношение Н.О. с массовой концентрацией КСl в породе (%).

Объектом исследований являлся керновый материал, отобранный из продуктивного сильвинитового интервала погожской ритмопачки иренского горизонта кунгурского яруса нижней перми, вскрытого скважинами на Перелюбских поисковых участках и на Гремячинском месторождении. На Гремячинском месторождении исследовались не только погожские сильвиниты, но и калийные породы долинной и луговской ритмопачек.

Изучен керн сильвинитов и сильвин-галитовых пород из скважин, вскрывших продуктивные интервалы (гл. 970,8–1308,6 м) на Гремячинском месторождении калийных солей в Волгоградской области и перспективных на калийное сырье (сильвинит) Западно-Перелюбском и Восточно-Перелюбском поисковых участках (интервал глубин 687,0–1041,14 м) в Саратовской области.

В разрезах западного и северо-западного прибортового обрамления Прикаспийской впадины нами установлено **шесть** генетических типов текстур сильвинитов: *1 тип*: массивная, *2 тип*: слоистая, *3 тип*: ритмичнослоистая; *4 тип*: слоистая реликтовая; *5 тип*: ритмичнослоистая реликтовая; *6 тип*: брекчиевидная.

Для установления наиболее качественных разностей сильвинитов с позиции максимальной массовой концентрации КСl (%) и минимальной массовой концентрации Н.О. (%) в породе, нами построены диаграммы распределения значений КСl, типа текстуры от глубины (рис. 1).

Из анализа диаграмм а–в (рис. 1), установлено, что ареол точек максимальных значений КСl % – 35-57 (левая вертикальная ось) тяготеет к линии 1-го, 2-го и 4-го текстурного типа сильвинитов (правая вертикальная ось). Точки минимальных значений КСl % – 12-32, тяготеют к линиям 5 и 6 текстурного типа. Коэффициент корреляции между максимальными значениями КСl % – 35-57 и 1-м, 2-м и 4-ым типом текстуры составляет 0,97. В результате анализа полученных данных, установлено, что наиболее богатые сильвиниты по массовой концентрации КСl обладают текстурой 1-го, 2-го и 4-го типа, бедные по массовой концентрации КСl сильвиниты характеризуются текстурой 5 и 6-го типов.

На основании проведенных исследований предлагается выделять следующие разности сильвинитовых пород по степени промышленного качества.

*1. Промышленный тип 1 категории.* Представлен сильвинитами молочно-белыми, светло-коричневыми, пятнистыми с массивной текстурой (1-й тип). Характеризуются массовой концентрацией Н.О. (%) менее 5%. Такие разности распространены в разрезах скважин №№ 107 и 211 Перелюбского участка. Суммарное количество этих разностей в средней части продуктивного пласта Гремячинского месторождения в скв. 17-3 и 28-2 достигает 85-87% от толщины этого интервала. Массовая концентрация КСl (%) в этих разностях достигает 38% на Перелюбских участках и 57 % на Гремячинском месторождении.

*2. Промышленный тип 2 категории.* Представлен сильвинитами мелко-среднекристаллическими со слоистой (2-й тип) и слоистой реликтовой (4-й тип) текстурой. Характеризуются массовой концентрацией Н.О. (%) от 5% до 8%. Такие разности распространены в разрезах скважин Перелюбского участка (скв. 109, 203) и Гремячинского месторождения (скв. 44, 65). Массовая концентрация КСl (%) в этих разностях достигает 35% на Перелюбских участках и 47 % на Гремячинском месторождении.



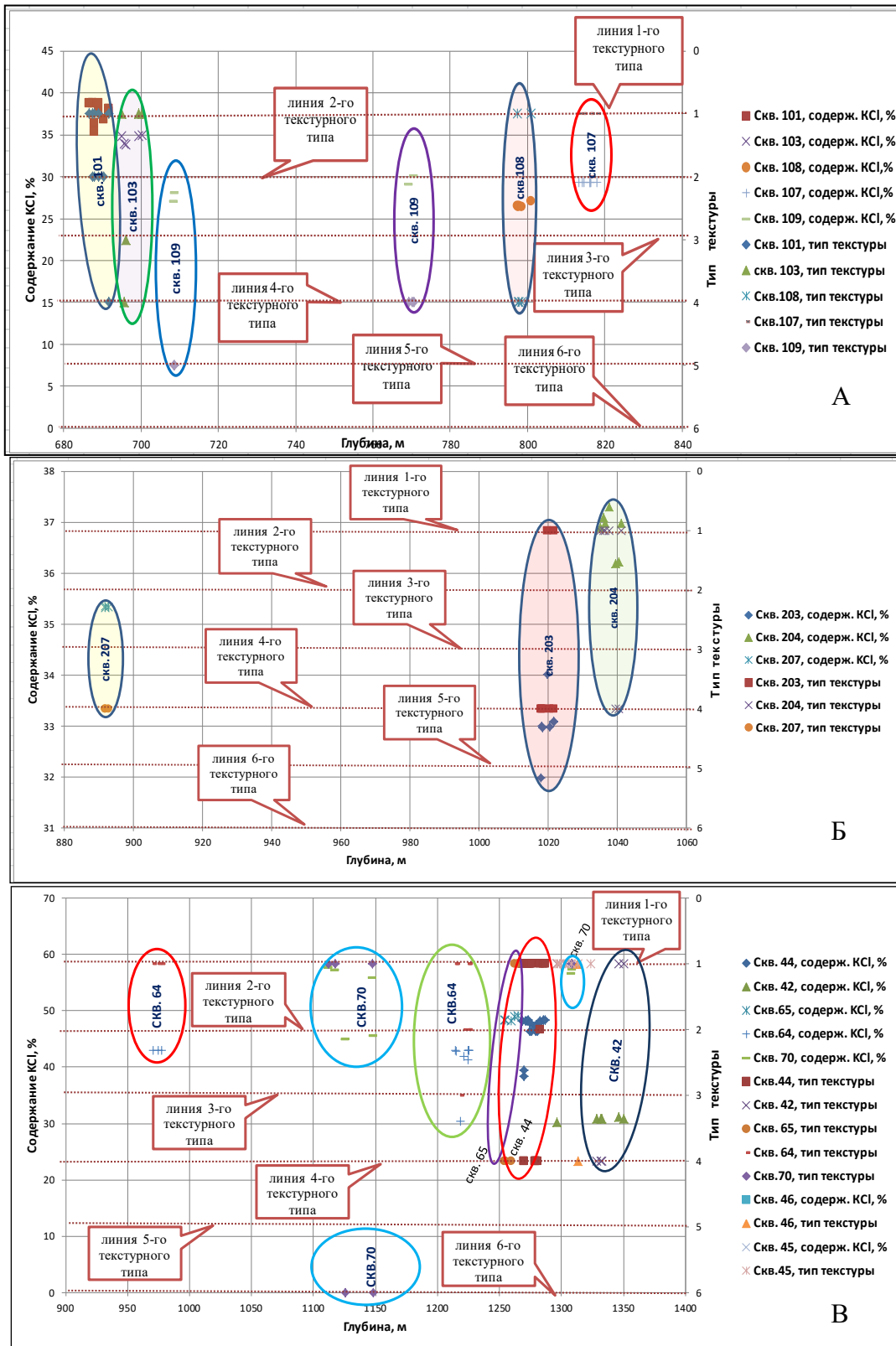


Рисунок - 1 - Диаграммы распределения значений КСI, типа текстур от глубины в изученных разрезах: а – Западно-Перелюбский участок, б – Восточно-Перелюбский участок, в – Гремячинское месторождение. Левая вертикальная ось – область значений массовой концентрации КСI %, правая вертикальная ось – область типа текстур (1–6). Горизонтальная ось – глубина, м.

3. *Промышленный тип 3 категории.* Представлен сильвинитами мелко-среднекристаллическими ритмичнослоистой текстуры (3-й тип), реликтовой ритмичнослоистой текстуры (5-й тип), сильвинитами с пятнистыми, сетчатыми и брекчиевидными текстурами (6-й тип). Характеризуются массовой концентрацией Н.О. (%) от 8% до 20%. Такие разности встречены в скважине 109 Перелюбского участка и в скважине 64 Гремячинского месторождения. Массовая концентрация КСl (%) в этих разностях достигает 28% на Перелюбских участках и 45 % на Гремячинском месторождении.

Обобщенная схема классификации влияния Н.О. на промышленное качество сильвинитовых пород, и характерные для этой градации промышленные разности сильвинитов приведены на рис. 2.

Составленная схема взаимосвязи текстурно-структурных свойств и качества сильвинитовых пород позволяет первично верифицировать отобранные образцы керна из скважин.

Таким образом, влияние текстурно-структурного строения на промышленное качество сильвинитовых пород можно изобразить в следующей последовательности: от массовой концентрации Н.О. в породе зависит текстурно-структурное строение, которое, в свою очередь, определяет качество сильвинитов.

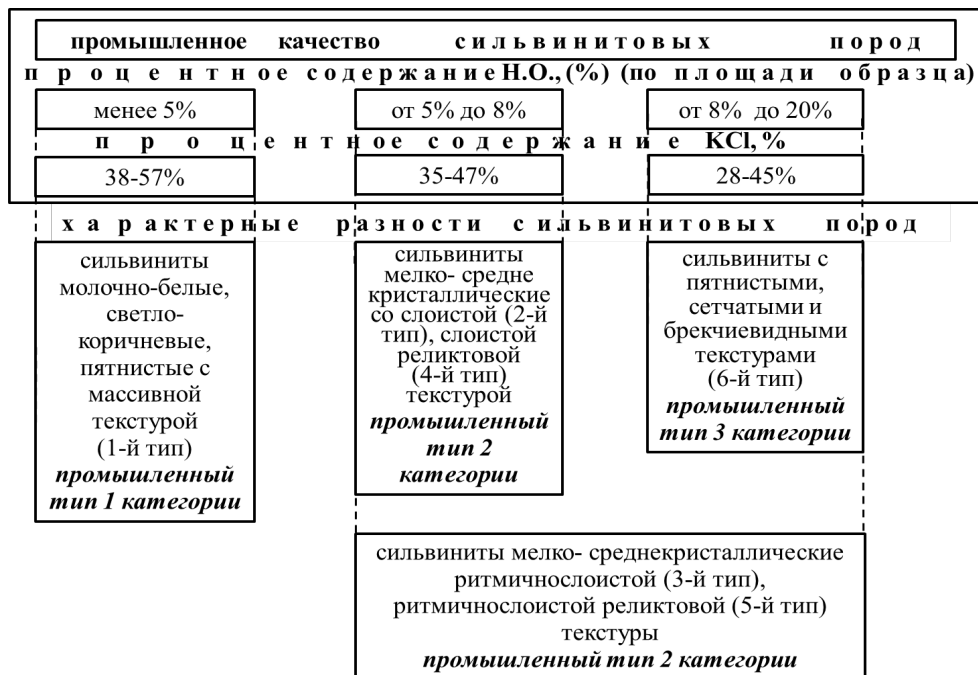


Рисунок 2 - Схема, иллюстрирующая зависимость текстурно-структурного строения промышленных типов сильвинитовых пород от Н.О. (%) и массовой концентрации КСl (%).

#### Список использованных источников

Баяндина Э.О., Кудряшов А.И. Нерастворимый остаток солей Верхнекамского месторождения. Пермь: ООО «Типограф», 2015. – 102 с.

## О ВОЗМОЖНОСТИ СПУТНИКОВОЙ «НИВЕЛИРОВКИ»

**Тимофеев В.В., Силаев В.А., 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. 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 систему до правой. Общеземная система координат вращается вместе с Землей, как показано на рисунке 1.

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» (согласно П.З.-90.11 глава 3.1 Общеземные системы координат стр. 10).

Следует отметить, что: «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.

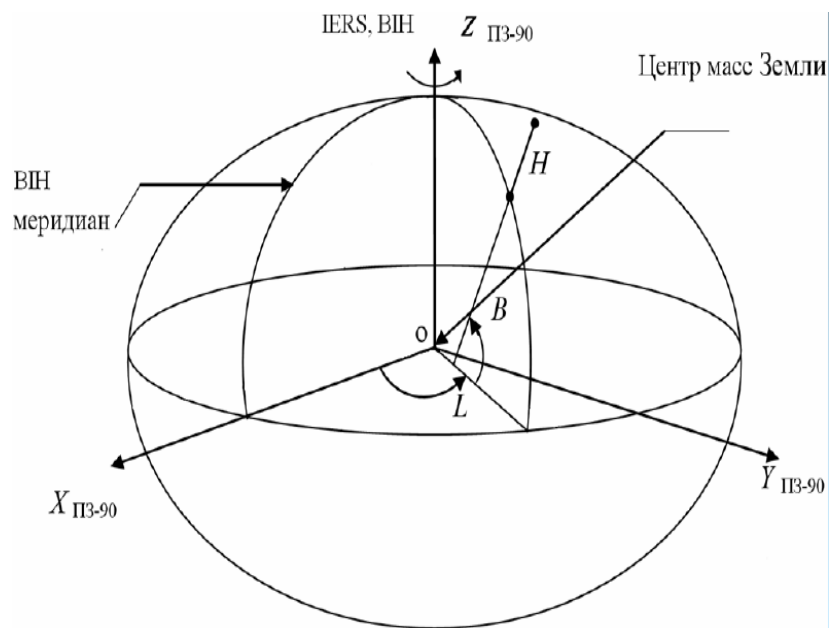


Рисунок 1 Общеземная система координат

При установлении систем координат ПЗ-90, WGS-84 и ITRS использовались одни и те же теоретические положения» (П.З.-90.11 глава 3.1 Общеземные системы координат стр. 11).

Из документа следует, что центр эллипсоида совмещён с началом геоцентрической системы координат, то есть центр масс Земли, центр геоида, и центр оси вращения Земли проходит через одну точку. Данное утверждение истинно 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 планет очень мало и их обычно не учитывают. Помимо видимых явлений результатом данных генераций являются внутренние динамические процессы, одним из которых является смещение центра масс Земли.

Все расчёты ведутся от начала геоцентрической системы координат или центра геоида. При производстве наблюдений на базовой станции согласно каталогу нам даны координаты нашей базовой точки. Все геодезические приборы ориентируются на центр масс Земли, игнорируя при этом место положения центра геоида. Устанавливая антенну навигационной системы на физической точке, которая является для нас базовой, мы ориентируем её с помощью уровня на центр масс Земли, предполагая при этом, что производим ориентацию и на центр геоида. Так как координата на закреплённой базовой точке нам заранее известна согласно каталогу, то результатом наших последующих пересчётов является компенсирование невязки координат за счёт изменения высоты. То есть мы вынуждены манипулировать высотой.

Восстанавливая высоту из центра геоида к его поверхности, получаем координату точки. По отвесу нити опускаем до плоскости экватора, попадаем в центр масс, восстановив высоту, попадаем в иную физическую точку и получаем приращение по координате ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ), а затем, чтоб получить заранее известную координату, подменяем изменение координаты на изменение высоты. В итоге получаем координату точки относительно центра геоида и высоту точки относительно смещённого центра масс, принимая её как высоту относительно центра геоида (рисунок 2). Ввиду того, что центр масс Земли под действием, генераций гравитационного поля постоянно меняет своё положение относительно центра геоида, то и высота физической точки изменяет свое значение относительно центра геоида, оставаясь при этом постоянной относительно некоторой точки плоскости, проходящей через центр геоида, в месте пересечения луча перпендикулярно, опущенному из физической точки наблюдения на данную плоскость. С помощью угломера на эту же плоскость мы можем спроектировать положение центра масс Земли. Таким образом, совместив антенну базовой станции с угломером и параллельно с получаемыми антенной эфемеридами определять с помощью угломера изменение угла наклона антенны мы сможем определять смещение центра масс Земли проецируемого на выше указанную плоскость, что позволит нам не преобразовывать приращение координаты точки относительно центра масс Земли в изменение высоты.

Это позволит нам иметь возможность с миллиметровой точностью при удалении на 1 км от точки расположения базовой станции определять высоты точек на ровере, что и будет соответствовать нивелировкам высших классов. Во всех геодезических системах не предусматривается изменение положения центра масс Земли, однако, с момента установки базовой станции и начала работы до изменения её местоположения, производство выше указанных высотных привязок имеет смысл, тем более что нивелировки местности производятся от высот либо указанных в каталоге, либо в по результатам определения высоты базовой станции.

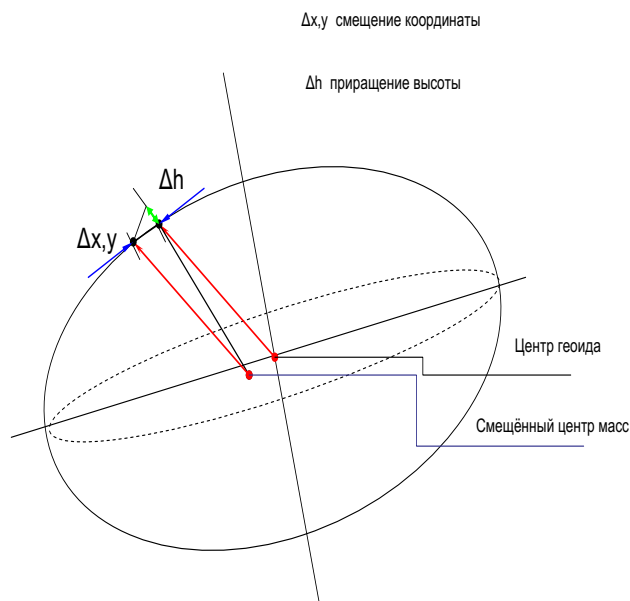


Рисунок 2 Иллюстрация преобразования координаты в приращение значений высоты за счёт смещения центра масс.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБРОТНОСТИ НА ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО МЕТОДА СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ЧЕРЕЗ СЛОИСТУЮ СРЕДУ

**Фонин А.А.**

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

Согласно современным исследованиям [1] интерпретация данных сейсморазведочных работ становится все более трудоемкой из-за необходимости тщательного ручного выделения геологических слоев и горизонтов. Вместе с тем, объем сейсмических данных постепенно увеличивается, а условия получения данных также усложняются. Кроме того, существует человеческий фактор, который может привести к ошибкам. Обработка такого объема данных может занимать до 80 рабочих часов, если делать это вручную.

В связи с этим, основным направлением развития современного программного обеспечения для сейсморазведки является создание алгоритма, который бы не требовал непосредственного участия специалиста, и приводил к сокращению трудозатрат и исключению фактора субъективной оценки интерпретатора. Это достигается благодаря тому, что работа программы должна основываться на математических моделях, а не на визуальном восприятии информации.

В данной статье производится усовершенствование и апробация нового метода сейсморазведки с помощью математического моделирования. Новый метод использует математический аппарат, который не требует допущений и особых условий применения, как большинство современных методов, а опирается на точные вычисления, что может



привести к совершенствованию теоретических основ разведочной геофизики и развитию новых возможностей для производства на практике.

Математическое моделирование позволяет оценить эффективность нового метода и его потенциальное применение в реальных условиях. После изучения современных комплексов была выбрана программа Comsol Multiphysics из-за ее широкого спектра возможностей в области акустики и сейсморазведки, высокой точности результатов и наличия обширного и понятного обучающего материала по данной теме.

Задачей предлагаемого метода является определение следующих характеристик слоев геологического разреза: плотности породы слоев, скорости и затухания звука в слоях, глубины залегания и наклоны поверхностей раздела слоев. При этом получение данных для расчетов указанных параметров не требует непосредственного участия геолога интерпретатора, использования сетей сейсмоприемников и позволяет производить расчеты с меньшими требованиями к комплексу компьютерного оборудования.

Весь процесс сейсмологического исследования состоит из трех основных этапов, каждый из которых содержит новый алгоритм работы.

На первом этапе производятся полевые работы, в ходе которых необходимо заглубить два приемника акустического сигнала в породу на глубину, превышающую ЗМС (зону малых скоростей), строго друг под другом на одной вертикали на некотором известном расстоянии друг от друга. На поверхности генерируется акустическая волна посредством взрыва или с использованием вибромашины.

Оба приемника регистрируют как входной сигнал, так и отраженные сигналы от границ раздела сред.

На втором этапе осуществляется обработка полученных на приемниках сеймотрасс с целью очищения их от шумов и посторонних неинформативных сигналов, пришедших на приемники не по вертикали. Резкая смена уровня границы раздела пород или различного рода артефакты в их объеме будут создавать импульсы на сеймотрассе, которые не нужны при дальнейшей интерпретации сейсмических данных.

Для достижения этой цели была разработана программа на языке программирования MatLab. На вход программы поступает две сеймотрассы с приемников, которые регистрировали одни и те же импульсы с задержкой на время прохождения акустической волной расстояния между приемниками ( $\Delta t$ ). По времени первого импульса на каждой сеймотрассе программа определяет  $\Delta t$ . Далее производится смещение одной сеймотрассы относительно другой на время  $\Delta t$ . В таком случае, импульсы, пришедшие по вертикали на приемники, совпадут, в то время как сигнал, пришедший от границ, находившихся в стороне от вертикали, будет иметь различный путь до датчиков, и разница времен для сторонних импульсов будет больше  $\Delta t$ . Следовательно, при смещении сеймотрассы на  $\Delta t$  посторонние импульсы не совпадут.

После это осуществляется поиск совпавших импульсов и удаление оставшихся. Для усиления полезного сигнала и ослабления шумов производится сложение двух смещенных сеймотрасс.

На третьем этапе производится интерпретация полученной на предыдущем шаге сейсмограммы с помощью программы, которая была разработана в среде программирования MatLab. Под интерпретацией сейсмограммы подразумевается поиск параметров геологического разреза на вертикали под датчиками, таких как мощность слоев, плотность, затухание и скорость распространения акустической волны в породах, а также угол наклона границы.

Алгоритм интерпретации заключается в расчете теоретической сейсмограммы, которая зависит от всех указанных параметров модели и сравнении теоретической сейсмограммы с экспериментальной, соответствующей реальному разрезу горных пород. Сравнение сейсмограмм происходит без участия интерпретатора в

автоматическом режиме с применением метода наименьших квадратов для поиска максимально возможного совпадения.

Расчет теоретической сейсмограммы включает задание входной функции, нахождение ее спектра через преобразование Фурье, расчет коэффициентов прохождения и отражения, зависящие от плотности, скорости продольной акустической волны, добротности пород и угла наклона границ, а также уменьшение амплитуд сигнала из-за расхождения фронта волны.

В работах [2, 3, 4] подробно изложены алгоритм метода, описание построения модели с горизонтальными границами без учета добротности пород и полученные результаты.

Ниже представлены описание модели с учетом добротностей сред и результаты применения разработанного метода с использованием численного моделирования распространения акустической волны через слоистую среду с использованием модуля Acoustics в программном комплексе Comsol MultiPhysics.

После обзора возможностей программного комплекса был выбран физический интерфейс ElasticWaves, Time Explicit для моделирования распространения упругих волн в линейных упругих средах [5, 6]. Данный интерфейс используется для моделирования нестационарного распространения упругих волн в линейных упругих материалах, для расчета поля скоростей ( $v$ , м/с) и деформаций в твердых телах с распространяющимися упругими волнами от произвольных источников в зависимости от времени.

Однако главной целью моделирования является необходимость вычислять смещение в точке (сейсмограмму). Смещение ( $u$ , м) может быть вычислено путем решения дополнительных ОДУ (обыкновенных дифференциальных уравнений) в точке, на ребре, на границе или в области. ОДУ связывает смещение и уже рассчитанную ранее скорость следующим способом:

$$\frac{du}{dt} = v.$$

Решение ОДУ в Comsol осуществляется путем добавления дополнительного интерфейса ODE и DAE Interfaces.

При расчете теоретической сейсмограммы используется добротность ( $Q$ ) среды для моделирования затухания в породах, в то время как в Comsol в выбранных интерфейсах используется затухание Рэлея. Коэффициент затухания Рэлея ( $\zeta$ ) связан с добротностью формулой:

$$Q = \frac{1}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}} \approx \frac{1}{2\zeta}.$$

Для определения корректности примененных формул и зависимости коэффициента затухания Рэлея и добротности были проведены расчеты для двух моделей, у которых отличались только добротности слоев, в то время как остальные параметры оставались одинаковыми.

Акустомеханические характеристики, используемые при моделировании, были взяты из работы [7], которая посвящена изучению реальных разрезов с различными физико-геологическими параметрами.

Параметры моделей для исследования влияния добротности на итоговые сейсмограммы приведены в таблице 1.

После расчета распространения акустических волн в моделях и очищения сейсмограмм от невертикальных сигналов можно сравнить полученные результаты с теоретическими значениями, рассчитанными в Matlab.

Результаты расчета экспериментальных и теоретических сейсмограмм для первой (сверху) и второй (снизу) модели представлены на рис. 1.

Таблица 1 - Физические характеристики разреза горной породы

Толщина слоя, м	Скорость продольной волны, м/с	Скорость поперечной волны, м/с	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Добротность первой модели	Добротность второй модели
15	1800	1058.8	1500	50	70
225	2200	1294.1	2150	100	120
205	4670	2747.1	2500	150	100
150	2950	1735.3	2400	170	130
105	6000	3529.4	2600	80	90

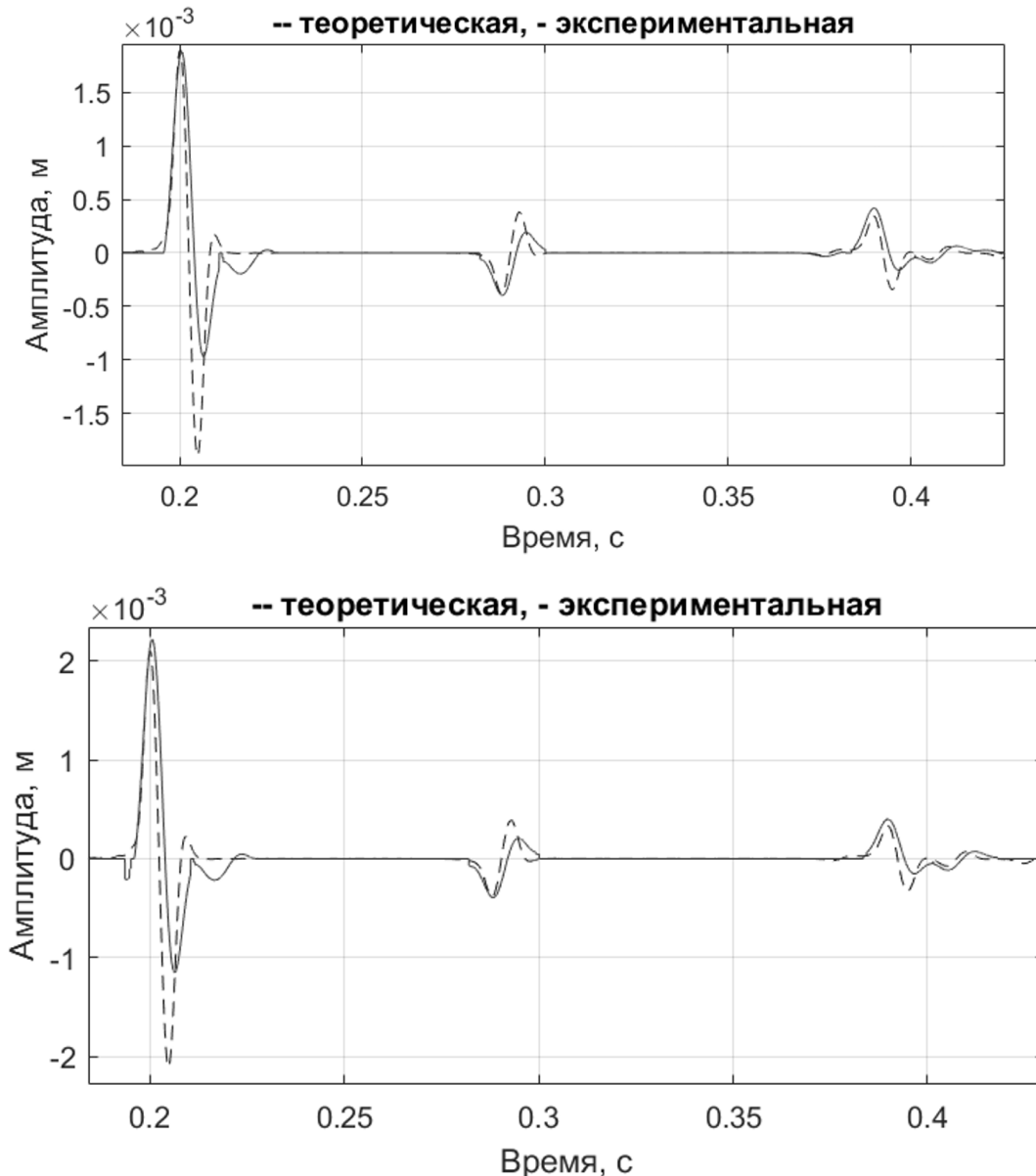


Рисунок 1 - Экспериментальная (сплошная) и теоретическая (пунктирная) сейсмограммы, рассчитанные для первой (сверху) и второй (снизу) моделей

Заметим, что влияние добротностей не изменяет время импульсов, однако значительно влияет на амплитуду сигнала. Исходя из сходства амплитуд теоретических и экспериментальных сейсмограмм для моделей с различными добротностями, можно

заклучить, что зависимость математического аппарата теоретической модели от добротности является достоверной разработанный алгоритм при аналогичных параметрах, позволяет получить сейсмограмму, практически совпадающую с экспериментальной сейсмограммой, соответствующей реальному разрезу горных пород.

В связи с этим, можно утверждать, что при максимальном совпадении теоретической кривой с экспериментальной, подобранные в автоматическом режиме параметры также будут совпадать с параметрами реального разреза горных пород.

#### **Список использованных источников**

1 Роснефть начала внедрять нейросети в обработку сейсморазведочных данных [Электронный ресурс] // Neftegaz.ru: [сайт]. [2023]. URL: <https://neftegaz.ru/news/Oborudovanie/770998-rosneft-nachala-vnedryat-neyroseti-v-obrabotku-seysmorazvedochnykh-dannykh/> (дата обращения: 10.05.2023).

2 *Фонин А.А., Сучков С.Г., Михеев С.И., Николаевцев В.А., Сучков Д.С.* Акустика океана: Доклады XVII Школы-семинара им. акад. Л.М. Бреховских, совмещенной с XXXIII сессией Российского акустического общества // Новый метод определения акустических параметров геологического разреза. Москва. 2020. С. 286-293.

3 *Фонин А.А., Сучков С.Г., Николаевцев В.А., Михеев С.И.* Математическое моделирование нового метода обработки сейсмосигнала на примере разреза Саратовского Правобережья. Часть 1 // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика., Т. 9, № 1 (33), 2023. С. 92–106.

4 *Фонин А.А., Сучков С.Г., Николаевцев В.А., Михеев С.И.* Математическое моделирование нового метода обработки сейсмосигнала на примере разреза Саратовского Правобережья. Часть 2 // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть. Газ. Энергетика., Т. 9, № 2(34), 2023. С. 139-152.

5 Isotropic-Anisotropic Sample: Elastic Wave Propagation [Электронный ресурс] // Application Gallery: [сайт]. URL: <https://www.comsol.com/model/isotropic-anisotropic-sample-elastic-wave-propagation-78231> (дата обращения: 14.03.2020).

6 Ground Motion After Seismic Event: Scattering off a Small Mountain [Электронный ресурс] // Application Gallery: [сайт]. URL: <https://www.comsol.com/model/ground-motion-after-seismic-event-scattering-off-a-small-mountain-78241> (дата обращения: 14.3.2020).

7 *Конценебин Ю.П., Рыскин М.И., Балабанов В.Г., Михеев С.И., Коробова Л.А.* Геофизическое моделирование ловушек нефти и газа: Труды научно-исследовательского института геологии Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. Новая серия. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1999. 142 с.

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ МАКЕТ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПАЛЕОЦЕНА САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ**

**Шелепов Д.А., Гужиков А.Ю., Корчагин А.А.**

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

С палеоценом Саратовского Поволжья, несмотря на полуторавековую историю его изучения [1], по-прежнему связан ряд нерешенных вопросов региональной геологии, обусловленных недостаточностью палеонтологических материалов.

Одной из наиболее актуальных стратиграфических проблем является обоснование возраста сызранской свиты, долгое время сопоставлявшейся с зеландским ярусом. Однако в последней версии унифицированной схемы палеогеновых отложений Поволжско-Прикаспийского субрегиона [3] большая часть этой свиты (нижнесызранская подсвита) с известной долей условности отнесена к датскому ярусу. Детальная корреляция разрезов сызранской свиты и выяснение ее соотношений с другими местными стратиграфическими подразделениями Саратовской структурно-фациальной зоны, такими как ключевская пачка и свита Белогродни также затруднены, а использование палеомагнитных данных для решения существующих проблем до последнего времени было невозможно по причине их отсутствия.

Целенаправленное магнитостратиграфическое изучение палеоцена Поволжья начато в 2021 году. К настоящему времени проведено полевое опробование 19 разрезов (рис.1), по 12 из них получены результаты лабораторных исследований. Изученные разрезы сызранской свиты находятся на юге Саратовского Правобережья (Красноармейский район) и в пределах городского округа Саратова. На севере Саратовского Правобережья (Воскресенский, Вольский, Базарно-Карабулакский и Новобурасский районы) исследовались разрезы ключевской пачки, свиты Белогродни и нижнесызранской подсвиты. Уровни, на которых отбирались ориентированные штуфы для палеомагнитного анализа, располагались с интервалом 0.5–0.7 м. В ряде разрезов между ними брались неориентированные образцы для петромагнитных исследований, и, таким образом, шаг магнитостратиграфического опробования сокращался до 0.25–0.35 м. В общей сложности, к настоящему времени опробовано 720 стратиграфических уровней (в том числе 466 уровней, на которых взяты ориентированные штуфы). Суммарная мощность опробованных палеоценовых отложений составила 233 м.

Изученные отложения представлены преимущественно слабомагнитными силицитами (опоками и кремнистыми глинами), магнитная восприимчивость ( $K$ ) варьирует от  $3\text{--}7\cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Повышенной естественной магнитностью отмечены только глауконититы свиты Белогродни,  $K$  которых достигает  $35\cdot 10^{-5}$  ед. СИ. Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике [2]. Несмотря на невысокое, в целом, палеомагнитное качество пород, в изученных разрезах удалось обосновать наличие магнитозон прямой или/и обратной полярности, и на основе полученных данных предложить первую версию магнитостратиграфической шкалы палеоцена Саратовского Поволжья (рис. 2).

**Ключевская пачка**, представленная, по мнению ряда исследователей [2], самыми древними отложениями палеоцена Саратовского Правобережья, **и перекрывающая ее нижнесызранская подсвита** изучены нами в стратотипическом районе распространения ключевской пачки (окрестности с. Ключи Базарно-Карабулакского района) (рис. 1). В сводной палеомагнитной колонке, составленной по трем обнажениям, выделены четыре магнитозоны – две прямой и две обратной полярности. При сопоставлении с шкалой геомагнитной полярности (GPTS) [9] представляется наиболее вероятным, что выделенные магнитозоны являются аналогами магнитных хронов C29n, C28r, C28n и C27r, а ключевская пачка, как и предполагалось ранее [2], отвечает средней части датского яруса и, по крайней мере, частично, зоне NP3 по известковому наннопланктону (рис. 2).

**Свита Белогродни**, стратотип которой находится на правом берегу Волги в ~ 20 км ниже по течению г. Вольска около бывшего с. Белогродня, **верхи маастрихта и низы нижнесызранской подсвиты** изучены в серии из 9 обнажений в береговой полосе, протяженностью ~ 12.5 км (~ 8.5 км ниже и ~ 4 км выше по течению от с. Белогродня) (рис. 1). Сводный разрез свиты Белогродни и нижнесызранской подсвиты характеризуется доминирующей прямой полярностью. Следовательно, возраст свиты белогродни и перекрывающих ее низов нижнесызранской подсвиты древнее NP4,



поскольку в GPTS этой наннопланктонной зоне и зеландскому ярусу соответствует преимущественно обратная полярность (рис. 2).

**Низы нижнесызранской подсвиты**, в разрезах, расположенных на юге Саратовского Правобережья, охвачены магнитозоной прямой полярности. Низам этой же подсвиты в пределах города Саратова (разрезы Лысая гора и Песчаный Умет) соответствует магнитозона обратной полярности. В обоих случаях нижнесызранские опоки залегают с размывом на маастрихтских мергелях.

Отличия в палеомагнитном облике нижнесызранской подсвиты на юге Саратовской области и городской территории легко истолковать с точки зрения разновозрастности отложений, предположив, что низы и верхи подсвиты формировались в эпохи прямого и обратного режимов полярности соответственно. Благодаря сравнительно простой палеомагнитной структуре палеоцена в шкале геомагнитной полярности, идентификация этой зоны с хроном C27 или/и C26 (вторая половина датского века – зеландский век), в которых доминирует обратная полярность, не вызывает затруднений. Преобладание режима прямой полярности характерно только для первой половины датского века (хроны C29 – C28). Поэтому сопоставление палеомагнитных данных по палеоцену Поволжья с GPTS указывает на возраст нижнесызранской подсвиты в районе города Саратова не древнее середины датского века и позволяет заключить, что низы свиты на городской территории моложе, чем на юге и севере Саратовской области, примерно на 1.5 млн. лет.

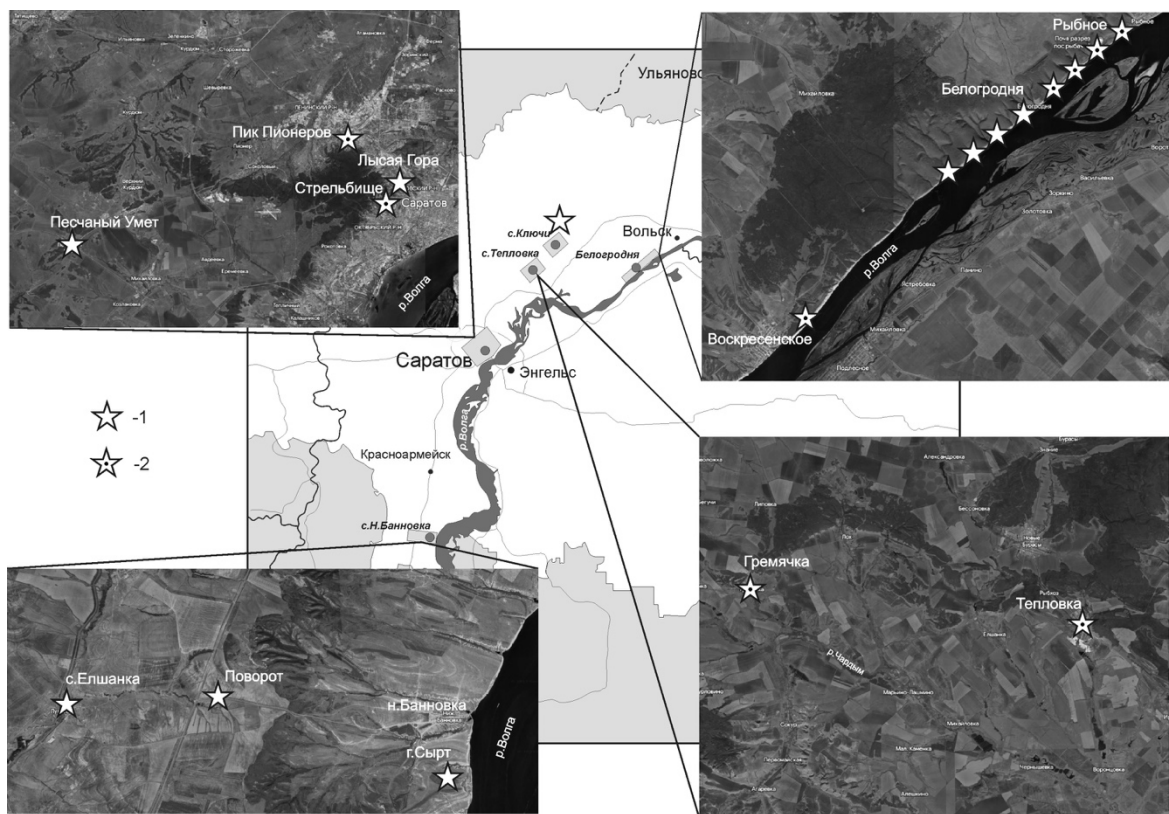


Рисунок 1 Схема расположения изученных разрезов палеоценовых отложений Саратовского Правобережья. 1 – разрезы, по которым получены магнитостратиграфические данные, 2 – разрезы в процессе изучения.

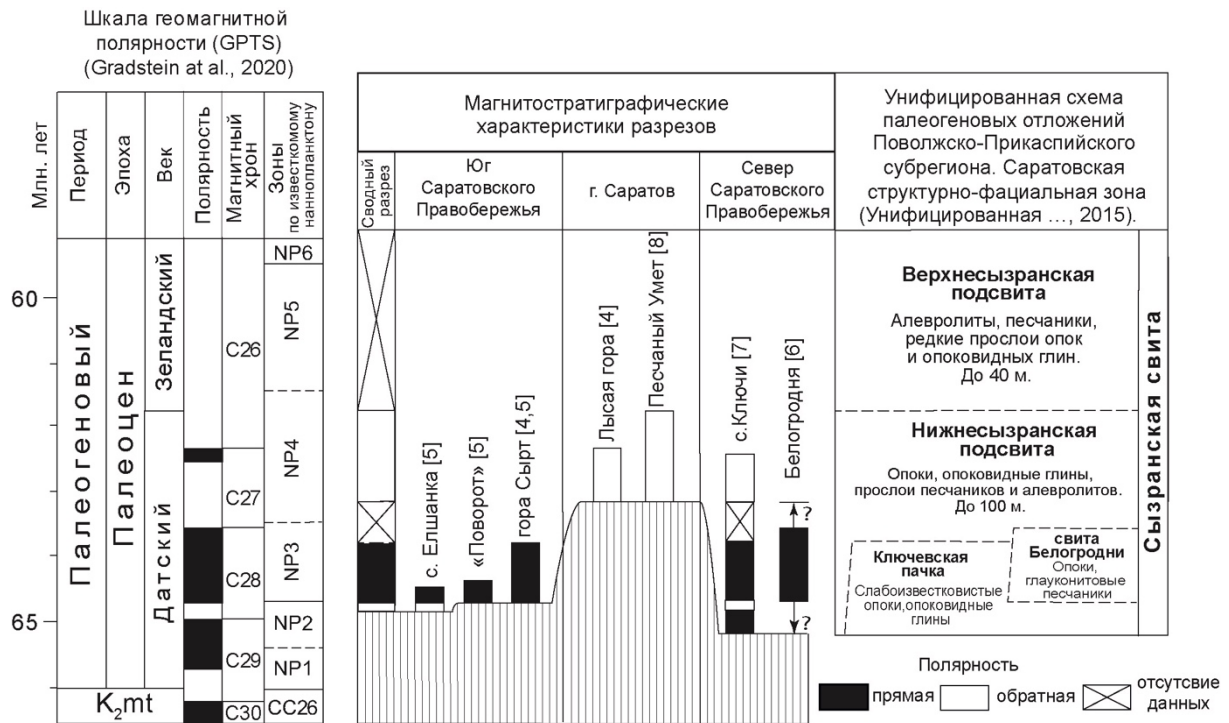


Рисунок 2 Предварительный макет магнитостратиграфической схемы низов палеоцена Саратовского Правобережья

Несмотря на предварительный характер макета магнитостратиграфической схемы (рис. 2), представляется очевидным, что результаты палеомагнитного изучения палеоцена Поволжья расширяют возможности региональных и межрегиональных корреляций.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-27-00159, <https://rscf.ru/project/23-27-00159/>

#### Список использованных источников

- 1 Мусатов В.А., Музылев Н.Г., Ступин С.И. Палеоценовые отложения Поволжья и Северного Прикаспия: новые данные, событийный подход // Вопр. стратиграфии Поволжья и Прикаспия: Сб. науч. тр. / Ред. А.В. Иванов, В.А. Мусатов. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2004. С. 226–258.
- 2 Молоствовский Э.А., Храмов А.Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. Саратов: Издательство Саратовского ун-та, 1997. 180 с.
- 3 Унифицированная стратиграфическая схема палеогеновых отложений Поволжско-Прикаспийского субрегиона / ред.: М.А. Ахметьев, С.М. Шик, А.С. Алексеев // Москва: ФГУП «ВНИГНИ», 2015, 96 с.
- 4 Шелепов Д. А., Гужиков А. Ю. Результаты рекогносцировочных магнитостратиграфических исследований палеоцена в южной части Саратовского Правобережья // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 2. С. 117–131. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-2-117-131>
- 5 Шелепов Д.А., Гужиков А.Ю., Рябов И.П., Переушов Е.М. Магнитостратиграфия пограничного интервала мела–палеогена юга Саратовского Правобережья // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: материалы XI Всероссийского совещания. 19–24.09.

2022, г. Томск / гл. ред. Е.Ю. Барабошкин. – Томск: Издательство Томского гос. ун-та. 2022. С. 285-288.

6 Шелепов Д.А., Гужиков А.Ю. Магнитостратиграфическая характеристика стратотипа свиты Белогродни (Саратовская область) // ПАЛЕОСТРАТ-2023. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 30.01 – 1. 02 2023 г. Программа. Тезисы докладов. Голубев В.К. и Назарова В.М. (ред.). М.: Палеонтологический ин-т им. А.А. Борисяка РАН, 2023. 76 с

7 Шелепов Д. А., Гужиков А. Ю., Корчагин А. А. Магнитостратиграфическая характеристика ключевской пачки (датский ярус, север Саратовского правобережья) // Вопросы палеонтологии и региональной стратиграфии фанерозоя Европейской части России: Всероссийская научно–практическая конференция (г. Ульяновск, 22 – 25 сентября 2023 г.) : сборник научных трудов / под. ред. В. П. Морова, М.А. Рогова, Н.Г. Зверькова. – Ундоры: Ундоровского палеонтологического музея им. С. Е. Бирюкова, 2023. С 163-166.

8 Шелепов Д.А., Гужиков А.Ю. Результаты магнитостратиграфических исследований сызранской свиты (палеоцен) разреза Песчаный Умет (г. Саратов) // Всероссийская конференция с международным участием «Палеомагнетизм и магнетизм горных пород» Сборник тезисов / Составители – Фаттахова Л.А., Кузина Д.М. – Казань: Казан. Фед. Ун-т, 2023 г. С. 73.

9 *Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.B., Ogg G. M. Geologic Time Scale 2020. Amsterdam, Oxford, Cambridge: Elsevier. 2020. 1357 p.*

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛИННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КАМЫШИНА

**Шешнёв А.С.**

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

Территория города Камышина (Волгоградская область) расположена на восточном макросклоне Приволжской возвышенности в условиях высокого эрозионного расчленения. Базисом эрозии служат Волгоградское водохранилище и река Камышинка, устье которой после создания водохранилища представляет собой его залив. В окрестностях города расположен ряд примечательных геологических объектов, изучаемых длительное время специалистами в палеонтологическом, стратиграфическом и природоохранном отношении. Вместе с тем вопросы геоморфологического строения и эколого-геохимических условий урбанизированной территории в научной литературе отражены слабо. Развитие города и формирование его среды тесно связано с крупными овражно-балочными комплексами и малыми реками.

Вопрос транспорта и состава наносов, перемещаемых флювиальными процессами в руслах малых рек и балок, представляет несомненный интерес с точки зрения характеристики собственно экзогенного процесса и поступления рыхлого материала с водосбора. В механическом перемещении материала участвуют продукты донной и боковой эрозии, поступающий при делювиальном процессе и техногенный материал. В условиях городской среды при плоскостном смыве в русла долинных комплексов поступает материал, различный по своему происхождению и физико-химическим свойствам. Источники поступления техногенного материала чрезвычайно разнообразны, их типы во многом определяются особенностями промышленной специализации городов [1, 2]. Донные наносы, перемещаемые в руслах долинных комплексов, отражают

в своем составе потоки вещества на водосборе, и их можно рассматривать в качестве индикатора состояния бассейна.

Линейной эрозии в окрестностях Камышина подвергнуты, главным образом, палеоценовые и эоценовые отложения – пески, опоки, песчаники, алевроиты, алевролиты и глины. Долинами крупных балок вскрываются сызранские отложения, в которых снизу вверх по разрезу опоки сменяются кварцевыми песчаниками и слюдистыми песками. Береговая полоса и левый коренной склон реки Камышинки сложен опоками нижнесызранского яруса, а на правом берегу нижнесызранские опоки в значительной степени размывы и перекрываются хвалынскими шоколадными глинами. Сильно размывы отложения камышинского яруса мощностью до 10 м перекрывают сызранские отложения. Подошву яруса формирует слой коричневых глин, перекрытый кварцевыми мелкозернистыми песками с прослоями песчаников.

На территории Камышина расположены предприятия металлургического, топливно-энергетического, машиностроительного и прочих профилей, выступающие в роли потенциальных источников поступления специфичных, нехарактерных для данных геологических условий минеральных соединений и химических элементов. Ранее автором на территории Камышина выполнялся анализ минерального состава и тяжелых металлов только по устьевым створам эрозионных форм [3].

В начале сентября 2022 г. на территории города проведен отбор балочного аллювия по длине шести балок (20 проб) и речного аллювия в устьях малых рек Елшанки и Камышинки (по одной пробе). Пробы подвергнуты анализу на рентгеновском дифрактометре для определения минерального состава (содержание основных породообразующих минералов), рентгенофлуоресцентному анализу для выявления химического состава, с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии определены шесть микроэлементов, проведен анализ содержания нефтепродуктов и органического вещества. Микроскопическое изучение проб на бинокулярном стереоскопическом микроскопе МБС-10 позволило определить содержание частиц природного и техногенного происхождения.

По результатам исследования состава проб сделаны следующие общие выводы.

1 В геологических условиях Камышина главным источником питания служат эродируемые оврагами палеогеновые пески, поэтому в минеральных ассоциациях на участках активной донной эрозии отмечается высокая доля кварца и, соответственно,  $\text{SiO}_2$ . Доля кварца менее 50 % (29 и 49 %) отмечена лишь в двух пробах в заболочиваемых устьях балок (в этих же пробах доля  $\text{SiO}_2$  составила 34 и 36 %). С понижением доли кварца возрастает содержание гидрослюд, плагиоклазов и калиевых полевых шпатов. В осадках малых рек содержание кальцита закономерно возрастает до 2,71–6,35 %, но особенно велика его доля в заболоченном устье оврага Кирпичного (24,39 %).

2 В составе аллювия малых рек доля техногенных частиц достигает 11 %. В составе балочного аллювия максимальная доля техногенных частиц (до 17–19 %) характерна для верховьев балок, в течение многих лет засыпаемых разнообразным материалом. В условиях пониженной техногенной нагрузки в городской черте доля частиц неприродного происхождения составляет до 3 %. В составе техногенного материала встречены шлак, кирпичная крошка, сажа, зола, металлические микросферы, синтетические волокна, пластик, стекло и пр.

3 Высокое содержание нефтепродуктов обнаружено в донных осадках малых рек и устьевых участках балок, расположенных в зоне селитебной и промышленной застройки (превышает 1000, местами 2000 мг/кг). Концентрация тяжелых металлов коррелируется с содержанием органического вещества и потерями при прокаливании. На заболочиваемых участках и при отсутствии глубинной эрозии с накоплением почвенного материала в наносах возрастает содержание  $C_{\text{орг}}$ . Возрастает содержание



металлов, в первую очередь, меди, цинка, свинца и никеля. Вероятно, происходит связывание металлов с образованием металлоорганических комплексов.

4 Состав и свойства аллювиального материала долинных комплексов определяются, помимо особенностей геологического строения, активностью современной овражной эрозии, наличием или отсутствием водотока и его гидродинамическими характеристиками, поступлением аэрогенным путем и с поверхностным стоком техногенного материала.

#### **Список использованных источников**

1 *Seleznev A., Ilgasheva E., Yarmoshenko I., Malinovsky G.* Coarse technogenic material in urban surface deposited sediments (USDS) // Atmosphere. 2021. Vol.12. Iss. 6. 754.

2 *Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В.* Минералогия техногенных образований. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 160 с.

3 *Sheshnev A.S., Reshetnikov M.V.* Mineral composition and seasonal dynamics of the content of heavy metals in bed loads of ravines and small rivers in the city of Kamyshin (Volgograd oblast, Russia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1010. 012030.

## **ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ**

**Шигаев В.Ю.**

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

В разработанных для поиска месторождений углеводородов (УВ) геоэлектрохимических способах анализа окислительно-восстановительных свойств и элементного состава перекрывающих отложений, большое внимание уделяется геологическому истолкованию связи распределения в перекрывающих отложениях концентрации элементов-индикаторов (Mn, Ti, Ni, V, Cu, Pb, Cr), а также окислительно-восстановительного потенциала Eh и водородного показателя pH с нефтегазонасностью [1, 2]. Однако в этих работах не достаточно четко сформулированы критерии дифференцирования геологических структур на потенциально продуктивные и непродуктивные.

В ходе практической реализации разработанных способов основными изучаемыми объектами являются антиклинальные геологические структуры, в которых локализованы порядка 70% – 90% всех месторождений УВ [3]. В ходе проведения традиционных литогеохимических нефтегазопроисковых работ о перспективах нефтегазонасности объектов судят по распределению валовой концентрации микроэлементов и Eh pH в перекрывающих отложениях. Однако малая контрастность содержания элементов-индикаторов и полигенность окислительно-восстановительных свойств в поверхностных отложениях не позволяют использовать указанные характеристики для поиска месторождений УВ с высокой степенью достоверности. Для повышения достоверности поиска автором проведен расчет коэффициентов активизации постоянным электрическим током геохимических процессов в образцах перекрывающих отложений.

Расчет реализован путем адаптации способа направленного суммирования экспериментальных данных, который активно используется в различных геофизических методах для подавления случайных и регулярных помех [4, 5, 6 и др.]. Направленное суммирование проводится избирательно по каждому элементу-индикатору отдельно в



различных направлениях от точек наблюдения (геоэлектрохимические пикеты) на профилях к источнику мигрировавших УВ (залежь УВ). Это позволяет ослабить влияние случайных помех, вызванных особенностями геологического строения, погрешностями аппаратуры, технологии определения элементного состава пород и др., на результаты и усилить за счет суммирования полезный сигнал.

Сначала производится нормирование экспериментальных данных относительно значений исходной (до пропускания тока) концентрации каждого элемента на аноде и катоде геоэлектрохимического устройства

$$\Delta U_a = \frac{C_{\text{ток}}^a}{C_{\text{исх}}} \text{ и } \Delta U_k = \frac{C_{\text{ток}}^k}{C_{\text{исх}}},$$

где  $C_{\text{исх}}$  – значение исходной концентрации,  $C_{\text{ток}}^a$  и  $C_{\text{ток}}^k$  – концентрации микроэлементов на аноде и катоде соответственно после пропускания электрического тока;  $\Delta U_a$  и  $\Delta U_k$  – относительные параметры на аноде и катоде соответственно.

Для упорядочивания данных рассчитываются средние значения  $\Delta U$  по профилю для каждого элемента

$$\overline{\Delta U_a} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_a}{n} \text{ и } \overline{\Delta U_k} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_k}{n},$$

где  $n$  – количество элементов-индикаторов на пикете.

С целью использования при интерпретации всей совокупности концентрации изучаемых элементов-индикаторов вычисляется комплексный параметр  $K_{\Pi} = \overline{\Delta U_a} \cdot \overline{\Delta U_k}$ , являющийся коэффициентом активизации геохимических процессов (перераспределение форм химических элементов и изменение их валентных состояний) электрическим током. По абсолютной величине  $K_{\Pi}$  больше, меньше или равен единице. В случае  $K_{\Pi} > 1$  отн. ед. корректно говорить о присутствии в перекрывающих отложениях подвижных форм микроэлементов, когда  $K_{\Pi} \leq 1$  отн. ед. – об их отсутствии.

Помимо изучения элементного состава перекрывающих отложений в них до пропускания тока измеряются исходные значения  $Eh_{\text{исх}}$  и  $pH_{\text{исх}}$ . После пропускания тока проводятся повторные измерения на катоде и фиксируются параметры  $pH_{\text{ток}}^k$  и  $Eh_{\text{ток}}^k$ . Обоснованность использования данных параметров для последующих расчетов объясняется максимальной степенью восстановления на катоде из-за активизации восстановительных процессов под действием постоянного тока.

Далее рассчитываются относительные  $\left| \frac{pH_{\text{ток}}^k}{pH_{\text{исх}}} \right|$  и  $\left| \frac{Eh_{\text{ток}}^k}{Eh_{\text{исх}}} \right|$  и комплексный

параметр  $K_{\text{овп}} = \left| \frac{pH_{\text{ток}}^k}{pH_{\text{исх}}} \cdot \frac{Eh_{\text{ток}}^k}{Eh_{\text{исх}}} \right|$ , который является коэффициентом активизации

восстановительных процессов электрическим током. По абсолютной величине  $K_{\text{овп}}$  всегда больше 1,0 отн. ед., так как значения  $pH_{\text{ток}}^k$  и  $Eh_{\text{ток}}^k$  превышают значения  $Eh_{\text{исх}}$  и  $pH_{\text{исх}}$  из-за электролиза на катоде.

Обоснованность использования геоэлектрохимических коэффициентов для картирования контуров месторождений УВ и нефтегазоперспективных объектов подтверждается результатами лабораторных экспериментов на Алексеевском нефтяном

месторождении (Степновский сложный вал). Для примера на рис. 1 представлена зависимость концентрации  $C_{\text{ТОК}}^{\text{К}}$  от параметра  $K_{\text{ОВП}}$ .

На графике фиксируется разделение значений комплексного параметра  $K_{\text{ОВП}}$  на две области, соответствующие образцам, насыщенным и ненасыщенным УВ. При этом граница между внутриконтурными и законтурными образцами проходит по значению  $K_{\text{ОВП}}$ , равном 8,2 отн.ед.

На Алексеевской площади также получены экспериментальные данные, указывающие на связь геоэлектрохимических параметров  $K_{\text{П}}$  и  $K_{\text{ОВП}}$  (рис. 2).

Из графика видно, что аномалии повышенных значений  $K_{\text{П}}$  на пикетах 6 и 18 приурочены к градиентным зонам распределения значений  $K_{\text{ОВП}}$ , что указывает на связь концентрации элементов-индикаторов с нарушением физико-химического равновесия при пропускании постоянного электрического тока. Контролирующими факторами при этом являются Eh и рН.

Подобные результаты получены и на других месторождениях УВ. Для примера на рис. 3 приводится распределение комплексных геоэлектрохимических параметров на Вольновском месторождении (Рязано-Саратовский прогиб).

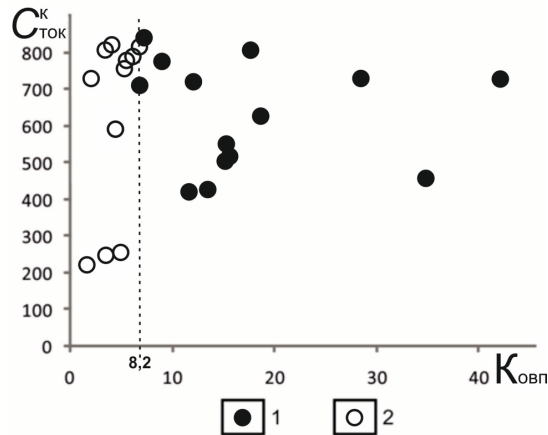


Рисунок 1 Зависимость концентрации микроэлементов на катоде ( $n \cdot 10^{-30}\%$ ) от комплексного параметра  $K_{\text{ОВП}}$  (отн. ед.) образцов горных пород Алексеевского месторождения: 1–в контуре месторождения, 2–за контуром месторождения.

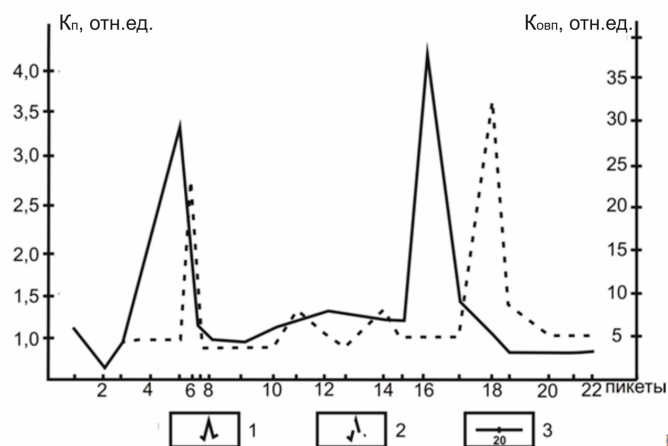


Рисунок 2 Распределение значений комплексных геоэлектрохимических параметров в поверхностных отложениях Алексеевско-Заветной площади по результатам расчета. Условные обозначения: 1–распределение параметра  $K_{\text{ОВП}}$ ; 2–распределение параметра  $K_{\text{П}}$ ; 3–геоэлектрохимические пикеты [7].

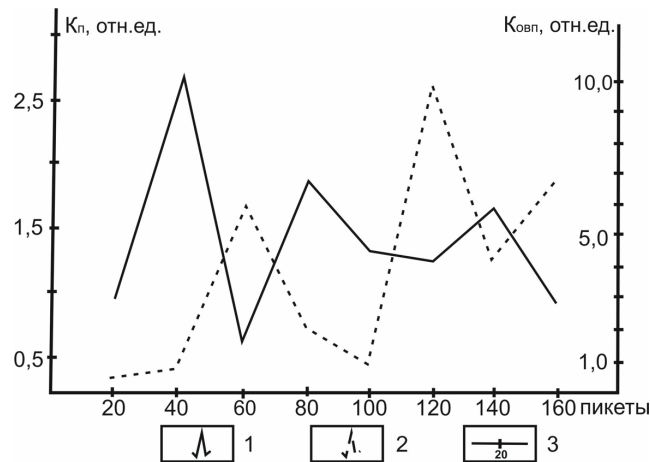


Рисунок 3 Распределение значений комплексных геоэлектрохимических параметров в поверхностных отложениях Вольновской площади по результатам расчета. Условные обозначения: 1–распределение параметра  $K_{овп}$ ; 2–распределение параметра  $K_{л}$ ; 3–геоэлектрохимические пикеты.

По результатам лабораторных экспериментов на Вольновском и Алексеевском месторождениях рассчитаны коэффициенты контрастности комплексных геоэлектрохимических параметров, как отношение значений  $K_{л}$  и  $K_{овп}$  в контуре и за контуром месторождений (таблица 1).

Таблица 1 Значения коэффициентов контрастности параметров  $K_{л}$  и  $K_{овп}$  в перекрывающихся отложениях Вольновского и Алексеевского месторождений

Месторождение	Участок исследования	Значения $K_{л}$ , отн. ед.	Коэффициент контрастности	Значения $K_{овп}$ , отн. ед.	Коэффициент контрастности
Вольновское	В контуре	0,92-1,79	1,01-1,44	0,29-18,17	1,38-2,44
	За контуром	0,91-1,24		0,21-7,44	
Алексеевское	В контуре	0,85-1,85	1,42-1,91	4,02-37,85	1,75-7,05
	За контуром	0,60-0,97		2,30-5,37	

Анализ табличных данных показывает, что коэффициенты контрастности комплексных геоэлектрохимических параметров превышают 1,0 отн. ед., причем по параметру  $K_{овп}$  выявленная закономерность проявляется наиболее отчетливо. Значения коэффициентов контрастности на Вольновском месторождении ниже значений на Алексеевском месторождении, что объясняется широко развитой на Алексеевском месторождении сетью разрывных нарушений, облегчающих миграцию УВ в поверхностные отложения. При этом граничным значением коэффициентов контрастности, указывающим на возможную нефтегазоносность изучаемых месторождений, следует считать 1,0 отн. ед., что превышает трехкратную ошибку измерений.

Полученные результаты позволяют ввести в практику нефтегазопоисковых работ геоэлектрохимические критерии нефтегазоносности геологических структур. Наличие в перекрывающихся отложениях геоэлектрохимических параметров с аномально высокими значениями, приуроченными к контуру структур, указывает на их перспективность. Показателем перспективности служит отношение значений геоэлектрохимических

параметров в контуре структур к законтурным значениям, превышающее пороговое значение 1,0 отн.ед.

#### **Список использованных источников**

1 Патент 2178189 РФ, МКИ<sup>7</sup> G01V3/00. Способ геоэлектрoхимического прогнозирования нефтегазоносности / В.Ю. Шигаев, С.И. Михеев, Ю.Г. Шигаев (РФ; Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики). – № 2000125434/28; Заявл. 09.10.00; Оpubл. 10.01.02. Бюл. № 1 (II ч). – С. 393.

2 Патент 2416115 РФ, МПК<sup>51</sup>, G01V0/00, Способ геоэлектрoхимического прогнозирования нефтегазоносности / В.Ю. Шигаев, Ю.Г. Шигаев (РФ; ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского»). — № 2009147832/28, Заявл. 22.12.2009; Оpubл. 10.04.11. Бюл. № 10.

3 *Назаров А.А.* Нефтегазодобыча. Геология нефти и газа. / А.А.Назаров. – Казань. КГТУ, 2011. – 80 с.

4 *Рыскин М.И.* Комплексная интерпретация геофизических данных / М.И. Рыскин, К.Б. Сокулина // – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. – 156 с.

5 *Абраменков С.С.* Исследование алгоритма локации микросейсмичности / С.С. Абраменков, Т.А. Ступина, И.Ю. Кулаков // Геофизические технологии. – 2020. – № 4. – С. 32–41.

6 *Яблоков А.В.* Алгоритмы определения скоростного строения верхней части геологического разреза на основе помехоустойчивого спектрального анализа многоканальных данных поверхностных волн и обращения дисперсионных кривых фазовых скоростей с применением искусственной нейронной сети: дисс. канд. физ.-мат. наук / А.В. Яблоков. – Новосибирск, 2021. – 145 с.

7 *Шигаев В.Ю.* Геоэлектрoхимические исследования геологической среды / В.Ю. Шигаев. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2012. – 184 с.

### **СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСА НЕРАСЧЛЕНЕННЫХ ИТРУЗИВНЫХ БАЗИТОВ БРАГИНСКОГО ГРАНУЛИТОВОГО МАССИВА (ШТОКООБРАЗНАЯ ИНТРУЗИЯ «УБОРОК»)**

**Шишкова И.И.**

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф.Скорины»*

В 2013-2014 гг. в Добрушском районе Гомельской области (Беларусь) была пробурена поисковая скважина №785 (глубиной 544 м) в пределах положительной магнитной аномалии, вскрывшей небольшое штокообразное тело овальной формы размером 2,7×3,0 км (по размеру магнитной аномалии), получившей название «Уборок». Вскрытые на глубине 500 м породы кристаллического фундамента были диагностированы как монцогабброиды. Аналогов монцогабброидов на территории Беларуси пока не установлено.

По минеральному составу среди монцогабброидов выделяется две петрографические разновидности пород: монцогаббро, содержащего 10-15 % ортоклаза, и монцогаббронориты, не содержащие ортоклаза.

Монцогаббронориты (рисунки 1, 2) характеризуется массивной текстурой, габбровой, с элементами габбро-офитовой, пойкилитовой, неравномернозернистой структурой. Минеральный состав: плагиоклаз – 50-55 %, пироксены (псевдоморфозы) – 15-25 %, биотит – 15-20 %, кварц – 1-2 %. Рудные минералы – 3-5 %. Акцессорные минералы представлены апатитом, вторичные – карбонатом и гематитом (до 1-1,5 %).

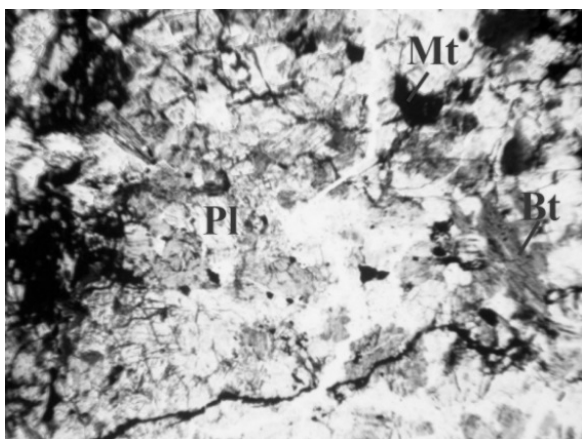


Рисунок 1 Монцогаббронорит  
(скв. 785, глубина 514,0 м)



Рисунок 2 Монцогаббронорит  
(скв. 785, глубина 538,0 м)

Плагиоклаз (андезин – лабрадор) формирует зерна короткопризматического, удлиненнопризматического и таблитчатого облика размером от 0,2 до 3,0 мм. Многие зерна полисинтетически сдвойникованы. Центральные участки некоторых зерен пелитизированы и карбонатизированы. Крупные зерна практически всегда проявляют зональность. По трещинам в незначительном количестве развиты нитевидные прожилки оранжево-бурого гематита. Пироксены в породе присутствует двух видов – моноклинного и ромбического. Свежий облик имеют зерна моноклинного пироксена типа авгита грязновато-серого цвета в проходящем свете. Биотит образует пластинки и чешуйки с неправильными очертаниями от мелких размером 0,2×0,1 мм до крупных размером около до 4×3 мм. Часто имеет пойкилитовые включения апатита, плагиоклаза, пироксена, магнетита. Кварц образует зерна неправильных очертаний, размер зерен от 0,2 до 0,4 мм. Тесно ассоциирует с биотитом. Рудные минералы представлены магнетитом в виде зерен неправильной формы размером не более 0,1×0,3 мм. Характерна тесная ассоциация с апатитом и темноцветными минералами.

Монцогаббро (рисунки 3, 4) имеет массивную, пятнистую текстуру. Структура гипидиоморфнозернистая, реликтовая габбровая, с элементами монцонитовой. Выветрелые разности представляют собой породу, разбитую нитевидными ветвящимися разноориентированными прожилками (мощностью 0,1-0,4 мм), сложенные агрегатом карбонат-пренитового состава. Минеральный состав: плагиоклаз – 40-50 %, пироксены – 20-25 % (около 10 % в выветрелых разностях), ортоклаз – 10 % (иногда до 20-25 %), биотит – 7-10 % (до 30 % в выветрелых разностях), кварц – до 5-7 % в кварцсодержащих разностях, магнетит – 3-5 %. Акцессорные минералы представлены апатитом, вторичные – пренитом, карбонатом, хлоритом, гематитом (в измененных породах до 3 %).



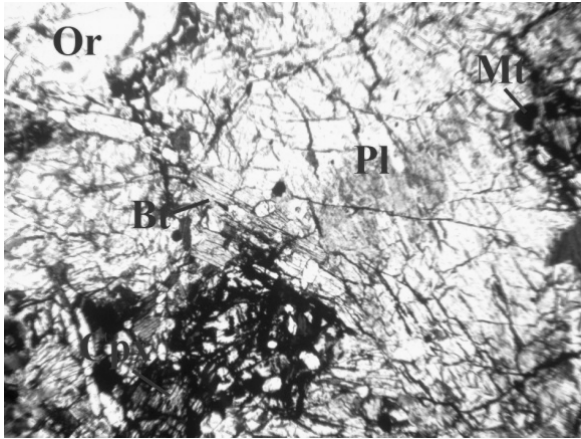


Рисунок 3 - Монцогаббро выветрелое  
(скв. 785, глубина 497,5 м)

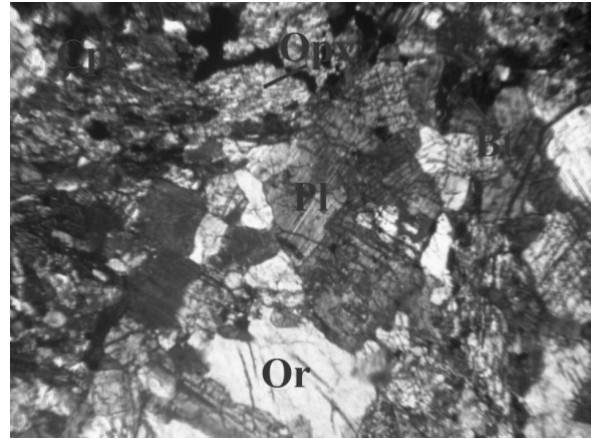


Рисунок 4 - Монцогаббро  
(скв. 785, глубина 501,5 м)

Плагиоклаз (андезин) полисинтетически сдвойникован. Минерал образует зерна двух генераций. Порфирировидные зональные первой генерации размером около 1,5×3,0 мм – более ранние, и имеют более основной состав – андезитовый. Центральные участки зерен, как правило, разрушены и глинизированы. В буроватых продуктах замещения различим карбонат. Плагиоклаз второй генерации более кислый (олигоклаз), образует зерна короткопризматического облика размером в среднем 0,2×0,1 мм. Такой андезин образует скопления. Плагиоклаз обеих генераций всегда проявляет идиоморфизм относительно ортоклаза. Плагиоклаз подвержен разложению, пелитизации, по трещинам развит гематит, который образует многочисленные нитевидные оранжево-бурые прожилки. Пироксены псевдоморфно замещены хлоритом. Зерна ортоклаза распределены в породе неравномерно. Иногда наблюдается интенсивное «пропитывание» породы этим минералом, где ортоклаз образует крупные зерна неправильных очертаний размером до 3×4 мм. Также отмечаются и мелкие ксеноморфные зерна не более 1×1 мм. Ксеноморфизм зерен ортоклаза ярко выражен, что определяет элементы монцонитовой структуры породы. Биотит свежего облика, плеохроирует в оранжево-бурых тонах. Листочки и таблички биотита имеют размеры от 0,5 до 1,0 мм. Ассоциирует с магнетитом, апатитом, хлоритизированным пироксеном. В выветрелых разностях биотит образует крупные таблички, пластинки с неправильными очертаниями размером около 1×1 мм (до 4×2 мм). Минерал в значительной степени разложен, плеохроирует в темно-коричневых тонах, часто изотропен. Рудные минералы представлены магнетитом, который образует зерна неправильных очертаний. Ксеноморфен относительно плагиоклаза и темноцветных минералов. Размер зерен варьирует от 0,1×0,1 мм до 1,0×0,5 мм. Характерна тесная ассоциация с апатитом.

По химическому составу породы выдержанные. Монцогабброиды относятся к породам основного состава и характеризуются умеренной железистостью (0,7 %) и глиноземистостью (0,9-1,4 %), высокой титанистостью (12-17 %), высоким содержанием фосфора (1,3-1,4 %), что отражено в значительном присутствии апатита (до 2 %) в породах.

Кальций существенно преобладает над магнием, за исключением выветрелых разностей. В монцогаббро натрия преобладает над калием, в монцогабброноритах – наоборот. Отсутствие ортоклаза в монцогаббронорите не отражается в понижении содержания калия в породе относительно монцогаббро, поскольку компенсируется более высоким содержанием калия в биотитах из монцогаббронорита, чем из монцогаббро. Монцогабброиды относятся к породам умереннощелочного ряда известково-щелочной

магматической серии, вероятно формировавшиеся в условиях континентальной окраины.

Монцогабброиды содержат в значительных количествах Ba и Sr. Носителем бария, очевидно, является биотит, поэтому при сохранности этого минерала в породах содержание Ba значительно не меняется. В выветрелых разностях пород, где плагиоклазы разрушены, содержание Sr резко падает. Помимо Ba и Sr в породах отмечено повышенное содержание редкоземельных элементов – Th, Rb и As, и особенно урана (U).

## **ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ УО «ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ»: ОТ СТАНОВЛЕНИЯ К БУДУЩЕМУ**

**Щеглов Н.А., Свирский Д.А., Осипенко В.А.**

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»*

Геологический музей в Учреждении Образования «Гомельский государственный университет» основан в 1969 году как «Музей минералогии», который располагался в корпусе № 3 по ул. Песина. В создании музея принимали участие доктора геолого-минералогических наук, профессора Туровский С.Д. и Вахрушев В.А., а также кандидат геолого-минералогических наук, доцент Автушко М.Н.

В 2007-2008 годах экспозиция музея была перемещена в корпус № 4, который расположен по улице Советской (рис. 1). Создателями обновленной экспозиции являются кандидат геолого-минералогических наук, доцент Трацевская Е.Ю., кандидат геолого-минералогических наук, доцент Павлова А.П. и старший преподаватель Круковская О.Е.

Многие экспонаты собраны студентами и преподавателями кафедры из регионов Беларуси, России, Казахстана, Кыргызстана и зарубежных стран. Некоторые образцы подарены музею выпускниками кафедры, посетителями музея и сотрудниками университета. Гордостью коллекции является экспозиция минералов, уникальные образцы самоцветов – топазов, рубинов, чаройта, амазонита и др. Великолепные друзы кварца, кальцита, гипса. В коллекционном фонде насчитывается свыше 200 образцов минералов и их разновидностей. Есть в музее кусочек «космического пришельца» – настоящего метеорита и образцы керна с фантастической глубины в 12 км легендарной Кольской сверхглубокой скважины.

В 2023 г. под руководством старшего преподавателя кафедры геологии и географии геолого-географического факультета Мележ Т.А., студентами специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» – Осипенко Виталием, Свирским Даниилом и Щегловым Никитой, в рамках выполнения курсовой работы, была создана новая музейная экспозиция «Нефтяные месторождения Беларуси».

Экспозиция включает: образцы нефти с различных нефтяных месторождений Беларуси (Речицкое, Осташковичское, Новосёлковское, Бескопыльновское, Некрасовское, Давыдовское, Малодушинское, Александровское), «Атлас природных резервуаров и углеводородов нефтяных месторождений Беларуси», макеты: «Станок-качалка» и карта «Нефтяные месторождения Гомельской области», «Стратиграфический разрез Припятского прогиба».



Рисунок 1 - Общий вид экспозиций геологического музея

В настоящее время ведется активная работа как по обновлению ранее созданных экспозиций, так и созданию новых. Студентами и преподавателями были оформлены экспозиции «Облицовочные камни», «Организмы в породообразовании», «Поделочные камни».

Музейные экспозиции геологического музея.

**1 «Физические свойства минералов».** В экспозиции представлены минералы по их физическим свойствам, таким как: блеск, цвет, твердость, спайность, излом и др.

**2 «Кольская сверхглубокая».** Коллекция включает образцы пород докембрийского возраста (2,7-3,2 млрд. лет), вскрытые Кольской сверхглубокой скважиной (Кольский полуостров, Россия): метадолерит, метапикрит, амфиболит, гнейсы, пегматит.

**3 «Полезные ископаемые Беларуси».** Экспозиция состоит из двух частей.

**3.1 «Породы кристаллического фундамента»** – гранито-гнейс, диорит, гнейс, хлористо-сланцеватый сланец, мигматит, слюдястый гнейс с пиритом (добыча ведется на месторождениях – «Микашевичи» и «Ситница» (Брестская область), «Глушкевичи» и «Карьер Надежды» (Гомельская область).

**3.2 «Полезные ископаемые платформенного чехла»** – коллекция включает горючие полезные ископаемые: каменный и бурый уголь (Житковичское и Бриневское месторождения, Гомельская область), торф, горючие сланцы (Любанское и Туровское месторождения, Гомельская область); химическое сырье: каменная соль (Мозырское месторождение, Гомельская область), калийная соль (Старобинское месторождение, Минская область), доломиты (Руба, Витебская область), фосфориты (Мстиславское, Могилевская область), гипс и ангидрит (Бриневское месторождение, Гомельская область), бокситы (Заозерное месторождение, Гомельская область); строительное сырье: стекольные, формовочные пески, песчано-гравийные смеси, глины, мел и мергель.

**4 «Нефтяные месторождения Беларуси».** Экспозиция представлена образцами нефти из разных месторождений Беларуси: Речицкое, Осташковичское, Некрасовское, Тишковское, Южно-Александровское, Барсуковское и другие, а также образцами кернового материала – кавернозный известняк с выпотами нефти. Экспозиция дополнена

картой – «Нефтяные месторождения Беларуси», и станком-качалкой, работы выполнены студентом первого курса группы ГР-11 Осипенко Виталием. Также экспозиция включает стратиграфический разрез Припятского прогиба, выполненный из образцов kernового материала кристаллического фундамента, подсолевой карбонатной толщи, нижней соленосной толщи, межсолевой толщи, межсолевой вулканогенной толщи, верхней соленосной толщи, надсолевой толщи.

**5 «Классификация минералов».** В экспозиции широко представлены минералы всех типов и многих классов.

**6 «Сводный литолого-стратиграфический разрез восточной части Припятского прогиба».** Литолого-стратиграфический разрез восточной части Припятского прогиба представлен образцами kernового материала: горными породами кристаллического фундамента: гранито-гнейсы, граниты, мигматиты; горными породами подсолевой терригенной толщи: песчаники, алевролиты, глины – аргиллиты; горными породами подсолевой карбонатной толщи: вторичные доломиты, порово-трещинно-кавернозные доломиты, мергели, глины слабокарбонатные аргиллитоподобные, известняки чистые и слабоглинистые кавернозные, аргиллит; горными породами нижней соленосной толщи: сиенитовый порфир, переслаивание мергеля и аргиллита, аргиллит, ангидрит, каменная соль; горными породами межсолевой толщи: известняки глинистые, аргиллиты, доломиты, известняки каверновые; горными породами межсолевой вулканогенной толщи: туфобрекчия, туф, лимбургит; горными породами верхней соленосной толщи: каменная соль, ангидриты, переслаивание мергеля и аргиллитов известковистых; горными породами надсолевой толщ: переслаивание глин и солей, алевролиты, ангидриты, глины, глинистый алевролит, песчаник полевошпатово-кварцевый, рыхлый песчаник ожелезненный кварцевый.

**7 «Этапы развития жизни на Земле».** Экспозиция представлена ископаемым остатками организмов, которые существовали в определенные этапы развития Земли: образцы первых фотосинтезирующих организмов, трилобиты, брахиоподы, цефалоподы, кораллы, остатки и отпечатки древних растений, зуб ископаемой акулы, зуб и бивень мамонта.

Основная задача музея как структурного подразделения – участие в подготовке квалифицированных специалистов, совершенствование форм и методов учебной и научно-просветительной работы, а также проведение профориентационной работы, которая направлена на оказание помощи абитуриентам в выборе профессии.

Деятельность сотрудников кафедры, как музейных педагогов, основывается на методах, разрабатываемых музейной педагогикой.

Основные направления работы музея:

- учебная деятельность;
- сбор, комплектование и научная обработка коллекций;
- создание новых экспозиций: палеонтологической, основных структур и текстур горных пород;
- научно-просветительская деятельность;
- методическая деятельность – развитие музейной профильной геологической педагогики;
- создание электронных фильмов и каталогов.

В геологическом музее проходят лекции и экскурсии по следующим темам:

- обзорная экскурсия по музею;
- экскурсии профориентационной направленности;
- таинственный мир минералов;
- петрографическая коллекция Припятского прогиба;



- полезные ископаемые Беларуси;
- история развития Земли, жизни на Земле;
- нефтяная промышленность Беларуси.

При организации учебно-образовательной деятельности Геологического музея используется ряд принципов, ориентация на которые обеспечивает современный уровень музейно-педагогической деятельности:

- 1 принцип интеграции образовательного и музейного контекстов;
- 2 принцип дополнительности в содержании учебной работы в лаборатории и музее;
- 3 принцип преемственности в освоении музейного пространства;
- 4 принцип диалогности, определяющий гуманитарную природу взаимодействия преподавателя и студента с культурой музея;
- 5 принцип информационной меры.

Геологический музей решил присоединиться к инновационному и современному движению и использовать цифровые технологии для создания телеграмм-канала ([https://t.me/geo\\_mus\\_geofac](https://t.me/geo_mus_geofac)). Авторы собрали команду разработчиков, что помогло нам создать уникальную платформу для обмена информацией и изучения геологической науки. Теперь любой интересующийся может присоединиться к этой интерактивной платформе и совершенствовать свои знания в геологии (рис. 2).



@GEO\_MUS\_GEOFAC

Рисунок 2 - QR-код телеграмм-канала «Геологический музей»

Геологический музей кафедры геологии и географии геолого-географического факультета УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» является динамично развивающимся проектом. Благодаря инициативам преподавателей, а так же студентов, экспозиции музея регулярно обновляются и совершенствуются.



## Содержание

<i>Анисимов Л.А.</i> Соленосные отложения Прикаспия как стратегический ресурс России	3
<i>Волкова Е.Н., Баукова Н.Н.</i> Современные проблемы кадрового обеспечения геологической отрасли России	7
<i>Волкова Е.Н., Санникова Д.Р.</i> Сейсмоплотностная модель профиля Степновского сложного вала	8
<i>Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В.</i> Выделение пород-коллекторов и оценка характера и степени их насыщения в процессе бурения	11
<i>Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В., Волкова М.С.</i> Комплексирование ГТИ и ГИС при решении прогнозных нефте-геологических задач в процессе бурения	13
<i>Грожек П.А.</i> Северная структурно-тектоническая зона Припятского прогиба: анализ геолого-разведочных работ	15
<i>Гужиков А.Ю., Фомин В.А., Барабошкин Е.Ю., Авенирова Е.С., Ртищев Н.А.</i> Новые магнитостратиграфические данные по турону юго-западного Крыма (разрез Аксу-дере)	19
<i>Зубков В.А.</i> Условия формирования залежей углеводородов юго-востока Западной Сибири на базе трёхмерного бассейнового моделирования	23
<i>Калякин Е.А.</i> Значение морских лилий для биостратиграфии верхнемеловых отложений Русской плиты	26
<i>Комарова А.В., Головин К.Б.</i> Применение высокоточного газового каротажа и расширенного анализа шлама при геонавигации скважин	30
<i>Коновалова А.А.</i> Литолого-палеонтологический анализ четвертичных отложений региона Белорусского Полесья	32
<i>Коробов А.Д., Коробова Л.А.</i> О роли солёных углей при превращении каолинита в гидрослюда парагонитового типа в тонштейнах Донбасса	36
<i>Королёв А.Э., Назимов Т.Н.</i> Основные литотипы пород нефтеносных разрезов бобриковского горизонта на территории Татарстана	39
<i>Лихоман О.А.</i> Состояние изученности юго-востока Восточно-Европейской платформы (Саратовская область) на ртуть и полиметаллы и перспективы дальнейших поисковых работ	43
<i>Лопырев В.А., Попов Е.В., Гусев Д.А., Бирюков А.В.</i> Исследования хрящевых рыб палеогена Поволжья в Саратовском университете в 2022-2023 годах	46
<i>Макаркин А.А.</i> Цифровизация геологического процесса	49
<i>Михеев С. И., Санникова Е.П., Волкова М.С.</i> Инновационные технологии сейсморазведки в современной практике геологоразведочных работ	52
<i>Носова Д.С., Васильева Д.И.</i> Многолетняя мерзлота, влияние многолетнемерзлых пород на условия строительства	55
<i>Огаджанов В.А.</i> Тектонофизические условия размещения скоплений углеводородов на юго-востоке Восточно-Европейской платформы	57
<i>Орешкин А.И., Котова К.В., Болванова В.О., Ханкишиев В.М.</i> Методические проблемы количественной оценки ресурсов нефти и газа	61
<i>Первушов Е.М., Ермохина Л.И., Шелепов Д.А., Зозырев Н.Ю.</i> Структурный план Правобережного Поволжья в позднемеловое и раннепалеоценовое время	64
<i>Петина В.А.</i> Безопасность карстовых полостей	68
<i>Пикас А.В., Барабанова Д.М.</i> Анализ программы геологоразведочных работ РУП ПО «Белоруснефть» на период 2022–2026 годы в пределах центральной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба	69

<i>Полякова Я.А.</i> Корреляционный анализ разновозрастных толщ по данным буровых скважин на территории г. Гомеля	73
<i>Рыжиков Е.А.</i> Роль, применение и проблемы геоинформационных систем в геологических изысканиях	76
<i>Свирский Д.А.</i> Полигон «Осовцы» – как объект учебной общегеологической практики	80
<i>Слонов Д.Н.</i> Тенденции сейсморазведки в России – проблемы и перспективы	83
<i>Соломон М.В., Гончаренко О.П.</i> Поисковые признаки калийных солей Прикаспийской впадины по текстурно-структурным особенностям	85
<i>Тимофеев В.В., Силаев В.А., Баукова Н.Н.</i> О возможности спутниковой «нивелировки»	89
<i>Фонин А.А.</i> Изучение влияния добротности на возможность применения нового метода сейсморазведки с помощью математического моделирования распространения акустического сигнала через слоистую среду	91
<i>Шелепов Д.А., Гужиков А.Ю., Корчагин А.А.</i> Предварительный макет магнитостратиграфической схемы палеоцена Саратовского Правобережья	95
<i>Шешнёв А.С.</i> Геохимические исследования долинных комплексов на территории города Камышина	99
<i>Шигаев В.Ю.</i> Геоэлектрохимические критерии нефтегазоносности	101
<i>Шишкова И.И.</i> Структурно-вещественная характеристика комплекса нерасчлененных итрузивных базитов Брагинского гранулитового массива (штокообразная интрузия «Уборок»)	105
<i>Щеглов Н.А., Свирский Д.А., Осипенко В.А.</i> Геологический музей кафедры геологии и географии УО «ГГУ имени Франциска Скорины»: от становления к будущему	108

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ**  
Всероссийской научно-практической конференции  
(с международным участием)

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2023**

Саратов, 8 декабря 2023 года

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

ISBN 978-5-907716-40-7



Подписано в печать 06.12.2023 г. Формат А4.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 13,48 (14,5). Тираж 150. Заказ 42519.

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