

САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ООО «НЕФТЕГАЗСЕРВИС САРАТОВ»

# Геологи XXI века

*МАТЕРИАЛЫ*

**XXIV Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых специалистов**

**г. Саратов, 5 апреля 2024 года**

Издательство «Техно-Декор»

Саратов-2024

УДК 55(082)  
ББК 26.3я43  
Г36

**Геологи XXI века:** Материалы XXIV Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов (Саратов, 5 апреля 2024 г.). - Саратов: Издательство «Техно-Декор», 2024 - 76 с.

ISBN 978-5-907716-59-9

Сборник содержит материалы XXIV Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов, молодых специалистов и учащихся «Геологи XXI века» (5 апреля 2024 года, г. Саратов). Материалы конференции посвящены различным аспектам геологических наук.

Для широкого круга геологов.

УДК 55(082)  
ББК 26.3я43

Ответственные редакторы: Пименов М.В., канд. геол.-минерал. н., доцент  
Фомин В.А., канд. геол.-минерал. н., доцент

Редколлегия: Волкова Е.Н., канд. геол.-минерал. н., доцент  
Гужиков А.Ю., д. геол.-минерал. н., профессор,  
Коробов А.Д., д. геол.-минерал. н., профессор  
Первушов Е.М., д. геол.-минерал. н., профессор

Организатор конференции: Геологический факультет СГУ

Организаторы конференции выражают искреннюю благодарность  
за участие в публикации сборника материалов  
ООО «Нефтегазсервис Саратов»

ISBN 978-5-907716-59-9

© Геологический факультет СГУ, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

## СЕКЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

<b>Андрусенко Н.С.</b> Определение ФЕС по данным ГИС с целью построения геологической модели	6
<b>Андрюхин К.В., Тонкошуров И.М.</b> Результаты геохимических исследований неокомского интервала разреза «Волжского» нефтяного месторождения	8
<b>Балахонова К.А., Кузминова В.М.</b> Выявление перерывов в осадконакоплении методами литолого-фациальных и петромагнитных исследований по керну и шламу скважин	11
<b>Волков Б.А., Санникова Д.Р.</b> Предпосылки эффективности лабораторных петрофизических исследований на этапе отбора керна в процессе бурения нефтегазовых скважин	14
<b>Жданова Е.Н.</b> К вопросу о структурно-вещественных неоднородностях кристаллического фундамента на территории Поволжья	16
<b>Зотова У.В., Кузминова В.М.</b> Дополнительный комплекс исследований коллекторов с целью уточнения геологического строения и прогнозирования нефтеотдачи пластов	19
<b>Кандратьева Е.А.</b> Кобальтоносные железомарганцевые корки	22
<b>Капранова К.К.</b> Железомарганцевые конкреции	24
<b>Королёв А.Э., Назимов Т.Н.</b> Причины различной нефтепродуктивности бобриковских отложений западного борта Мелекесской впадины	26
<b>Королёв А.Э., Пиржанова Е.С.</b> Сложные оползни в стенках дорожной выемки на одном из участков федеральной автомобильной трассы по территории Татарстана	28
<b>Королёва И.Н.</b> Обоснование подземного размещения попутных нефтяных вод в отложения серпуховского яруса восточного склона Южно-Татарского свода	30
<b>Корчагин А.А.</b> Отражение условий формирования свиты Белогродни в магнитной текстуре пород	32
<b>Кравцов Н.В.</b> Рекогносцировочные палеомагнитные данные по нижней перми Адыгеи	36
<b>Мельник А.В.</b> Магнитные свойства кампанских отложений бассейна реки Кача (юго-западный Крым)	41
<b>Михайлов В.А.</b> Связь скоплений углеводородов Саратовской области с особенностями глубинного строения региона на территории Саратовского участка Поволжья	44
<b>Проворнов Р. В.</b> Сопровождение бурения горизонтальных скважин на основе метода сравнения каротажей	47
<b>Санников Р.Н., Баукова Н.Н.</b> Современные критерии и подходы к построению оптимальных сейсмических систем наблюдений МОГТ -3D	49
<b>Строкина З.П.</b> Строение и нефтегазоносность рифов	52
<b>Федулеев Д.В.</b> Анализ результатов геосейсмического моделирования в сложных сейсмогеологических условиях	53
<b>Фонин А.А.</b> Компьютерное моделирование процесса сейсморазведки в программном комплексе COMSOL MULTIPHYSICS	55
<b>Ханин Р.В.</b> Новые данные о распространении ровеакринов в туронских - коньякских отложениях Нижнего и Среднего Поволжья	58
<b>Шаиб Саид Хамад</b> Современная геодинамика и рифтогенез Танзании	61

## СЕКЦИЯ ЮНЫЕ ГЕОЛОГИ

<b>Зинькова В.А.</b> Водинское месторождение самородной серы: уникальный природный объект или полигон бытового мусора?	64
<b>Калашников Н.Л.</b> Маршрут к окаменелостям каменноугольного и пермского периодов (г. Тип – Тяв – Сокский карьер – Сокские штольни)	67
<b>Мешко Е.О.</b> Экспедиция к юрским морским беспозвоночным (пос. Новокашпирский, Сызранский район, Самарская область)	70
<b>Панюшев Е.В.</b> Разработка краеведческого маршрута по Шенталинскому району Самарской области	73

# **СЕКЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕС ПО ДАННЫМ ГИС С ЦЕЛЬЮ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

**Н.С. Андрусенко**

Научный руководитель – доцент К.Б. Сокулина  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический  
факультет, Саратов, [nicit2001@mail.ru](mailto:nicit2001@mail.ru).

Оценка фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород, которые являются основой геолого-технологической модели (ГТМ), производится по материалам геофизических исследований скважин (ГИС). Естественно, что основное внимание при этом уделяется выделению потенциальных пород-коллекторов. Основными параметрами при выделении коллекторов являются эффективная газонефтенасыщенная толщина, параметр пористости и нефтегазонасыщенности.

Выделение коллекторов производится обычно с использованием установленных для них прямых и косвенных качественных признаков, согласно общепринятой методике, изложенной в различных методических руководствах: сужение диаметра скважины, зафиксированное на кривой кавернометрии вследствие образования глинистой или шламовой корки; радиальный градиент сопротивлений, измеренных зондами с разной глубиной исследований; отрицательные аномалии на кривой самопроизвольной поляризации ПС; низкие показания на кривой гамма-каротажа (ГК); на кривой НК пониженные значения JНК в карбонатном разрезе и повышенные значения JНК по сравнению с вмещающими глинистыми породами в терригенном разрезе.

Помимо качественных признаков коллекторы выделялись по косвенным количественным критериям с использованием граничного значения коэффициента пористости  $K_{пгр}$ .

Коэффициент пористости определяется на основе количественного анализа данных ГИС при использовании соответствующих петрофизических зависимостей. Методика оценки  $K_p$  выбирается, исходя из типа (модели) коллектора, установленного на основе анализа всей имеющейся геологической и геофизической информации. В любых геолого-технических условиях предпочтение должно отдаваться результатам интерпретации методов ГИС, чувствительных к пористости пород: СП, НК, АК, ГГКП.

Определить коэффициент нефте-газонасыщенности ( $K_n$ ,  $K_g$ ,  $K_{ng}$ ) можно двумя способами: – по данным ГИС с использованием метода сопротивления и петрофизических зависимостей  $R_n = f(K_v)$ ,  $R_n = f(K_p)$ ; – по связям «керна-ГИС», построенным по данным исследования керна из скважин, пробуренных на безводных ПЖ  $\rho_p = f(W_v)$ , где  $W_v = K_v \times K_p$ , – объемная влажность. Этот подход применяется на месторождениях, где сложно произвести оценку сопротивления пластовой воды. Петрофизические зависимости  $R_n = f(K_p)$  и  $R_n = f(K_v)$  строятся по результатам исследования керна для конкретного месторождения с тем, чтобы учесть тип коллектора и особенности его строения. Зависимость  $\rho_p = f(W_v)$  является более обобщенной и может использоваться для однотипных отложений группы месторождений одного нефтегазонасыщенного района. Коэффициент нефте-газонасыщенности определяется в коллекторах с толщинами не менее 0,8 м из-за трудностей оценки удельного электрического сопротивления в прослоях меньшей толщины. Необходимо определять значения нефте-газонасыщенности во всех коллекторах как продуктивной, так и водонасыщенной частях разреза. В коллекторах с  $H < 0,8$  м коэффициент нефте-

газонасыщенности оценивается через  $K_v$  по данным капилляриметрии с учетом положения прослоя над уровнем ВНК/ГНК/ГВК или по модели переходной зоны, построенной для изучаемой залежи.

Проницаемость относится к параметрам, которые сложно определить при изучении коллекторских свойств пласта.

Проницаемость в скважине можно определить с помощью нескольких методов ГИС. Проницаемость можно определить при помощи испытателя пластов на кабеле (ИПК), а также приборами ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В этих случаях получаемые результаты относятся к косвенным измерениям при пластовых давлении и температуре.

Выделение эффективных нефте-газонасыщенных толщин по данным ГИС производится в соответствии с установленными граничными значениями параметров, отделяющими водоносные и нефте-газонасыщенные пропластки коллектора. Для подсчета начальных геологических запасов эффективные нефте-газонасыщенные толщины в добывающих скважинах, пробуренных на участках залежи, в пределах которых начался подъем ВНК, ГНК или ГВК, учитываются до уровня первоначального положения контактов. Другими словами, скважины, пробуренные в районе залежи, охваченном влиянием разработки (полностью обводненные или с изменившимся насыщением в результате капиллярной пропитки), не участвуют в обосновании положения флюидных контактов. Для исключения таких скважин из обоснования необходимо провести оценку состояния разработки залежи, а обводненные интервалы эффективных толщин (выделяющиеся гипсометрически выше принятого уровня флюидного контакта) в этих скважинах считать первоначально нефте-газонасыщенными и учитывать при построении карт начальных эффективных нефте-газонасыщенных толщин. Значения коэффициентов нефте-газонасыщения в интервалах разреза подверженных влиянию разработки (полностью обводненные или с изменившимся насыщением в результате капиллярной пропитки) определяются, но не учитываются в расчете средневзвешенных значений и при геологическом моделировании куба насыщения [Головин, Калининкова, Кукин, 2000].

Определения характера насыщения коллекторов заключается в их разделении на водоносные и нефте-газосодержащие. В общем случае поровые нефте-газонасыщенные коллекторы находят сопоставлением удельных электрических сопротивлений пластов  $\rho_p$  (УЭСп) со значениями этих сопротивлений для условий 100 %-ной насыщенности породы пластовой водой  $\rho_{вп}$ , которые рассчитываются через коэффициент пористости коллектора. Для оценки характера насыщения сравнивают значения  $\rho_p$  и  $\rho_{вп}$ . Если  $\rho_p \approx \rho_{вп}$ , то коллектор является водоносным. При  $\rho_p > \rho_{вп}$ , коллектор относится к продуктивным. Статистический способ оценки  $\rho_p$  связан с построением распределений значений УЭС по интервалам, давшим при испытании притоки нефти или газа и пластовую воду. Точка пересечения интегральных распределений для продуктивных и водоносных коллекторов дает значения  $\rho_p, кр$ .

Более надежным статистическим способом оценки  $\rho_p, кр$  является сравнения значений УЭС по слоям с притоками нефти и пластовой воды со значениями коэффициента пористости ( $K_p$ ) или с показаниями метода ГИС, отражающими изменение коэффициента пористости, например, с относительной амплитудой СП ( $\alpha_{сп}$ ).

Петрофизический способ оценки характера насыщения основан на расчете величин  $K_v$  и  $K_p$  и сравнения их для определенных величин пористости с

критическими значениями  $K_v^*$  и  $K_v^{**}$ , полученными из капилляриметрических исследований или по кривым относительных фазовых проницаемостей. Если в коллекторе  $K_{во} < K_v < K_v^*$ , то пласт является продуктивным; если  $K_v^* < K_v < K_v^{**}$ , то коллектор при испытании отдает нефть (газ) с водой; если  $K_v^{**} < K_v < 1$ , то пласт является водоносным. Пересчет величин  $K_v^*$  в удельные сопротивления позволяет получить граничные значения  $\rho_{п,кр} = \rho_{п^*}$ .

Обоснование положения контактов между пластовыми флюидами выполняется по тем же геофизическим методам, по которым делают оценку характера насыщения коллекторов. Критерием положения ВНК, ГНК и ГВК являются критические значения  $\rho_{п,кр}$ .

Определение насыщающего флюида по стандартному комплексу ГИС часто проблематично, особенно в случаях с нефтегазоконденсатными месторождениями, либо с месторождениями, имеющими блоковое строение, где положения флюидных контактов в разных блоках находятся на разных уровнях.

Установленные по материалам ГИС положения ВНК, ГНК и ГВК должны быть подтверждены испытаниями. Работы по испытанию пластов приборами на кабеле проводят после обязательного комплекса ГИС с целью исключения неоднозначной геологической интерпретации данных комплекса ГИС в пластах с низкими фильтрационно-емкостными свойствами, определения положений межфлюидных контактов и пластовых давлений в продуктивных интервалах [Милетенко, 2015].

Таким образом, определение основных подсчетных параметров-эффективных нефтегазонасыщенных толщин, пористости, нефтегазонасыщенности, проницаемости пластов коллекторов, а также флюидальных контактов по данным ГИС является одним из основных этапов построения геологической модели с целью подсчета запасов углеводородов.

#### Литература:

Головин Б.А., Калинин М.В., Кукин А.Н. Комплексная интерпретация данных ГИС - Саратов: Учебное пособие, Гос УН Ц «Колледж», 2000. 40с.

Милетенко Н.В. Рекомендации к методике построения геологических моделей при подсчете запасов углеводородного сырья –М.: ФБУ «ГКЗ», 2015, 102 с.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕОКОМСКОГО ИНТЕРВАЛА РАЗРЕЗА «ВОЛЖСКОГО» НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

### **К.В. Андрюхин, И.М. Тонкошуров**

Научный руководитель – доцент А.Г. Маникин  
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический факультет, Саратов,  
[andryukhin397@gmail.com](mailto:andryukhin397@gmail.com)

Изучение неокомского интервала разреза Северо-Каспийского региона является одной из актуальных задач региональной геологии [Федорова и др. 2012]. Практическая значимость сведений о возрасте и условиях формирования неокомских отложений определяется наличием в них нефтегазоконденсатных продуктивных горизонтов эксплуатируемых на ряде месторождений.

Осенью 2023 г. лаборатории «Петрофизики СГУ» был предоставлен керновый материал скважины Волжская-2, вскрывшей неокомский интервал разреза на глубине 1476-1572 м.



Геохимические исследования каменного материала проводились методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) элементного состава. Метод реализован в портативном рентгено-флуоресцентном анализаторе вторичного излучения X-Met 8000 (Hitachi). Прибор позволяет провести оперативную оценку химического состава горных пород в диапазоне определяемых элементов от Mg, Si, P, S и др. до U. Шаг определений на керновом материале составлял 0,2-0,3 м.

По результатам РФА исследований в разрезе скважины были выделены пять геохимических комплексов (ГК) подразделяющихся в свою очередь на ряд более дробных геохимических горизонтов (рис. 1, табл. 1).

**ГК1.** Комплекс, приуроченный к нижней части разреза с высокими средними показателями по Fe (9.96%), S (2.82%) и Ca (37.45%). В связи с малой мощностью интервала (видимая мощность 2.2 м) и небольшим объемом выборки (n) – 12 образцов, на рисунке 1 ГК-1 объединен с вышележащим комплексом ГК2.

**ГК2.** Отличается от предыдущего от ГК1 более высокими показателями Al (3.37%), Si (26.44%), P (0.29%), что в целом выделяет её в отдельную выдержанную зону. Обладает общей тенденцией (с ГК1) к увеличению элементов S (2.34%) и Ca (10.1%) по сравнению с ГК перекрывающих их. Мощность 7.5 м, n – 29 образцов.

**ГК3.** Выделяется по высоким средним значениям Fe (7.51%), Si (30.64%) P (0.29%). Ca и S гораздо меньше чем в двух предыдущих комплексах. Мощность 24.1 м, n - 82 образца.

**ГК4.** Преобладающими элементами для данного интервала являются Al (6.31%), K (3.93%), Si (34.42%), так же на общем фоне выделяются значения по Fe (4.86%). Мощность 39.2 м, n – 150 образцов.

**ГК5.** Последний выделенный комплекс ограничен интервалом отбора кернового материала. Графики по ряду элементов Fe, P, Ca, S и K обладают общей тенденцией к уменьшению средних значений. Однако на общем фоне уменьшения концентрации основных элементов наблюдается значительное увеличение содержания Si (34.42%) что может свидетельствовать о поступлении большого количества обломочного материала в палеобассейн. Мощность 23 м, n – 79 образцов.

Таблица 1.

«Содержание основных петрогенных элементов по геохимическим комплексам»

№ ГК	Интервал (м)	среднее содержание в %						
		AL	Si	Fe	P	Ca	S	K
ГК 5	1476-1499	4.56	34,42	2.35	0.17	1.31	0.61	3.01
ГК 4	1499-1538,2	6.31	30.06	4.86	0.15	1.95	0.70	3.93
ГК 3	1538,2-1562,3	3.41	30.64	7.51	0.29	1.95	1.37	3.46
ГК 2	1562,3-1569,8	3.37	26.44	3.62	0.29	10.10	2.34	2.83
ГК 1	1569,8-1572	0.62	4.55	9.96	0.23	37.45	2.82	1.38

В интервале нерасчлененных неокомских отложений Северного Каспия по стратиграфическим данным [Мелихова и др., 2023] выделяются интервалы готеривского, нижнебарремского, верхнебарремского и аптского ярусов.

По мнению авторов, полученные данные, могут послужить надежным геохимико-стратиграфическим каркасом для обособления нижнемеловых ярусных стратиграфических единиц. Таким образом ГК1-2 может соответствовать кровле готеривского яруса, на верхней границе данных ПК прослеживается порядковое сокращение Ca, S, K с синхронным увеличением Si и Fe. Выше по разрезу ГК3 и ГК4 можно отнести к нижнему и верхнему ярусам барремского яруса. Распределение значений основных петрогенных элементов

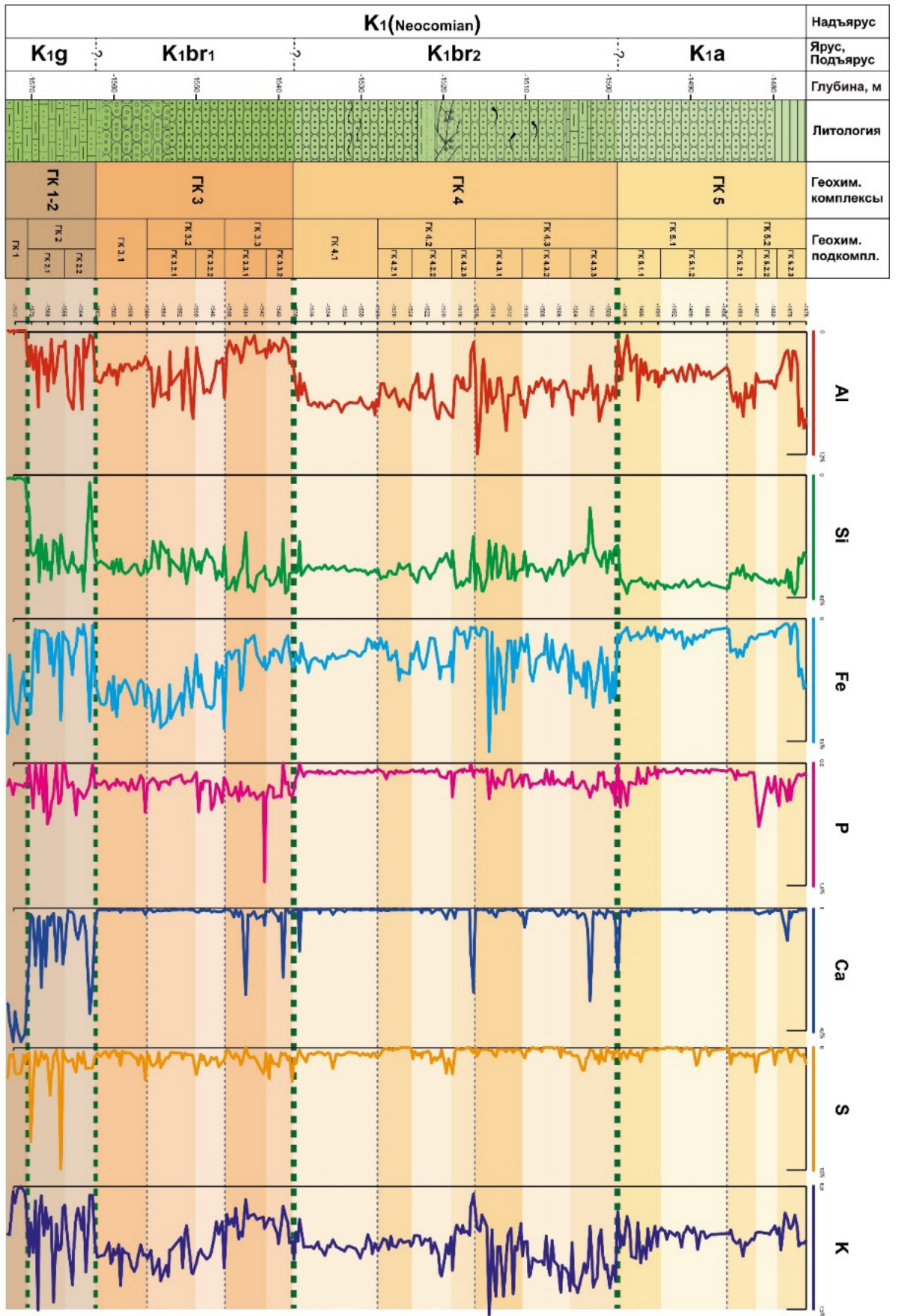


Рис. 1. Результаты геохимических исследований кернового материала скважины Волжская 2

по разрезу указывает на обособленные условия образования пород, слагающих данный интервал разреза. ГК5 в свою очередь может соответствовать нижеаптскому интервалу разреза скважины.

Также в ходе проведения работ подтверждена высокая эффективность подобного подхода при изучении кернового материала скважин, выделенные ГК обладают высокой степенью информативности как инструмент оперативной корреляции скважин.

#### Литература:

*Мелихова Е.В., Смирнова О.И., Смирнов М.В.,* Новые данные по стратификации неокотских отложений зоны Каспийско-Манглышлакской системы поднятий (Северный Каспий) // Вопросы палеонтологии и региональной стратиграфии фанерозоя Европейской части России / Под редакцией Морова В. П., Рогова М.А., Зверькова Н.Г. Ундоры: Изд-во Ундоровского палеонтологического музея им. С. Е. Бирюкова, 2023. С. 138-140.

*Федорова А.А., Куликова Н.К., Раевская Е.Г., Шурекова О.В., Готин Я. И., Савельева Ю.Н., Руденко А.А., Бакстон Н.* Биостратиграфическое расчленение нижнемеловых отложений Северного Каспия по результатам микропалеонтологических исследований // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии / Под редакцией Барабошкина Е.Ю., Барабошкина К.Е., Бондаренко Н.А. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 2012. С. 296-299.

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕРЕРЫВОВ В ОСАДКОНАКОПЛЕНИИ МЕТОДАМИ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ И ПЕТРОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО КЕРНУ И ШЛАМУ СКВАЖИН**

### **К.А. Балахонова, В.М. Кузминова,**

Научный руководитель – ст. преподаватель А.А. Морова  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Институт нефтегазовых технологий, Самара,  
*kseniabalachonova181@gmail.com , k.vladaa1@gmail.com , andaluzit@mail.ru.*

В лаборатории литологии Самарского государственного технического университета несколько лет ведутся работы по изучению литолого-фациальных, петромагнитных и иных характеристик шлама бурящихся скважин. В ряде случаев было замечено, что при вскрытии зон перерывов в осадконакоплении, часто являющихся и естественными границами стратиграфических подразделений разных рангов, изменяется и шлам. Попытки проследить, зафиксировать и понять причины этих изменений, обозначить четкие критерии определения зон перерывов в осадконакоплении по шламу ведутся несколько лет, но диагностировать перерыв в осадконакоплении, опираясь только на данные одного метода: литолого-фациального, петромагнитного или геофизического не получается. Достоверные результаты получены только при сопоставлении данных, анализе всего фактического материала (шлама, материалов геолого-технологических исследований и каротажных диаграмм) [Морова, 2016].

Роль перерывов в осадконакоплении, (даже локальных маломощных и слабопротяженных, сложных и, казалось бы, незначительных) для нефтяной геологии, как показала практика, огромна. Поверхности перерывов часто являются зонами структурного разуплотнения пород, а, следовательно, могут

служить путями горизонтальной миграции углеводородов. Их влияние на закономерности размещения месторождений или их отдельных составляющих, может быть косвенным или непосредственным, хотя часто, при оценке влияния всех прочих факторов, это сложно понять. Выделение перерывов в осадконакоплении непосредственно в процессе бурения имеет практическую значимость. Анализ временных данных диаграмм геолого-технологических исследований, журналов аварийных ситуаций на буровых показывает, что большой процент интервалов, выделенных при проведении литолого-фациальных и петромагнитных исследований шлама как перерывы в осадконакоплении, фиксируется как осложнения в процессе бурения в производственной документации. Зоны перерывов в осадконакоплении совпадают с интервалами поглощений промывочной жидкости, подклинками, затяжками бурового инструмента, прихватами. Их своевременное выделение и обоснование служит хорошим подспорьем при составлении геолого-технологических нарядов и выданных рекомендациях для предупреждения аварийных ситуаций.

**Признаки наличия перерывов в осадконакоплении по данным литолого-фациальных исследований.** Самые первые признаки вскрытия предполагаемой зоны перерыва в осадконакоплении можно заметить уже на буровой при анализе временных данных станции геолого-технологических исследований и описании проб шлама. В зонах перерывов в осадконакоплении, как правило, фиксируется резкое кратковременное увеличение скорости проходки (при постоянном режиме бурения: стабильной нагрузке на долото и отсутствии резкой смены литологии вскрываемых пород). Одновременно с этим признаком, как правило, меняется размер шлама и его форма. Размер шлама может меняться как в сторону укрупнения, например, в карбонатных породах при наличии зоны трещиноватости, по которой развито окремнение или доломитизация, так и измельчение, свидетельствующее о более сильном, чем в неизменной породе, разрушении породы. Форма обломков изменяется в зависимости от породы, важно смотреть и сравнивать форму обломков свежей породы и вышележащей, принадлежащей зоне перерыва. Первыми литолого-минералогическими признаками являются визуальные признаки выветривания пород (несвежий вид зерен, появление бурых, ржавых окрасок в светлоокрашенных известняковых толщах), изменение окраски породы; побурение глин; смена глинистости, появление карбонатной брекчии. В ряде случаев удастся проследить зональность в строении перерыва и вскрытие неизменной породы. Признаком, свидетельствующим о том, что происходили интенсивные процессы выветривания, является увеличение количества стойких к выветриванию минералов, например, гидроокислов железа: лимонита, гётита, гематита, реже псиломелана и пирролюзита, голубоватого кремния и гипса в корах выветривания известняков, нерастворимые остатки глинистых минералов. В случае гидротермальных процессов, активно протекающих в корах выветривания, в уже сформированной осадочной толще отмечается наличие гидрослюд, активное проявление вторичных процессов: карстообразование, перекристаллизация, образование гидрослюд, каолинита, серицита, биотита, мусковита, цеолитов и др. Все эти минералы прекрасно определяются в шламе. В случае развития карста, карстовые полости нередко выполнены мелкими щеточками вторичного кальцита или кварца, которые, разрушаясь, сохраняют идиоморфные формы, иногда мелкие кристаллики сохраняются целиком. Наличие обломков фосфоритов (многие определяются только по реакции с молибдатом аммония) и зерен глауконита, помутнение зерен, выщербленная

поверхность зерен кварца – все это признаки, требующие повышенного внимания при описании шлама.

В зоне перерывов в осадконакоплении в ряде случаев наблюдается резкое увеличение концентраций тонкораспыленного пирита, которое связано, по всей видимости, с деятельностью анаэробных бактерий в зоне водонефтяного контакта, совпадающего в этих случаях с зоной перерыва в осадконакоплении. В терригенных пластах верейского горизонта в зоне предполагаемого перерыва в осадконакоплении в полевом журнале геолога были описаны несколько горизонтов с псевдооолитами, происхождение которых при полевых исследованиях установить не представлялось возможным. Мы отобрали пробы и протравили псевдооолиты в слабом растворе уксусной кислоты, после чего на отдельных сфероидах проявилась структура раковин фораминифер и стало очевидно органогенное происхождение псевдооолитовых горизонтов. Учитывая также тот факт, что появление псевдооолитов, как правило, связано с появлением зерен алевритовой и песчаной размерности в глинисто карбонатном осадке, то можно с большой долей уверенности считать, что после периодов кратковременного обмеления бассейна на отмелях сразу за поступлением в бассейн осадконакопления терригенного песчано-алевритового материала происходило бурное развитие органического мира, и как следствие, дальнейшее накопление раковин фораминифер. Это еще один, дополнительный признак возможного перерыва в осадконакоплении.

#### **Признаки наличия перерывов по петромагнитным характеристикам.**

Петромагнитные исследования образцов проводились специалистами лаборатории Петрофизики Саратовского Государственного Университета. Работа по изучению каменного материала велась в лаборатории литологии СамГТУ, переинтерпретация данных геолого-технологических исследований (в том числе и временных данных) и геофизических исследований скважин проходила на производственном предприятии с привлечением специалистов фирмы ООО «НПФ СТЕРХ». Анализ петромагнитных характеристик показывает, что перерывы в осадконакоплении совпадают с началом или концом петромагнитного ритма или подритма: в таких зонах наблюдается резкое увеличение значений остаточной намагниченности насыщения ( $J_{rs}$ ) и падение коэрцитивной силы ( $H_{cg}$ ) [Гужиков 1995, 2013]. В карбонатных коллекторах, смена петромагнитной ритмики приурочена к смене фаунистических комплексов, выделяемых по крупной фракции шлама: карбонатные породы не сильно относительно мало сыпучи при разбурировании, поэтому, даже в обвальном фракции информативны в плане определения микрофауны.

Подводя итоги, следует отметить, что приведены и поняты нами еще далеко не все аспекты поставленной задачи, но уже очевидно, что комплексные исследования шлама позволяют выделять перерывы в осадконакоплении, а значит, дают возможность уточнять стратиграфические границы (как правило, перерывы в осадконакоплении совпадают с границами стратиграфических подразделений разных рангов), выделять аварийные зоны повышенной опасности, которые также, как показывает практика, совпадают с границами петромагнитных ритмов и подритмов, а также делать прогноз относительно насыщения пород и возможной миграции углеводородов в горизонтальном направлении вдоль разуплотненной зоны перерывов в осадконакоплении.

#### Литература:

Гужиков А.Ю., Молостовский Э.А. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты) // Бюл. МОИП. Отд. геол., вып.1. Т.70. 1995. С.32-41.

Гужиков А.Ю. Геологическая информативность магнетизма керна и шлама осадочных пород, полученных при бурении разведочных скважин // Приборы и системы разведочной геофизики 4(46)/2013. С. 51-61.

Морова А.А., Дмитриева Ю.С. Сопоставление данных ЛФИ, ГИС и петромагнитных исследований в скважине Гусихинская 1 для выявления причин несоответствий между ними // Ашировские чтения: Труды международной научно-практической конференции – Самара, 2016. – Т. 1. – С. 100-104.

### **ПРЕДПОСЫЛКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЭТАПЕ ОТБОРА КЕРНА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

**Б.А. Волков, Д.Р. Санникова**

Научный руководитель – доцент Волкова Е.Н.

*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический факультет, Саратов, volkova.lenoc4cka@yandex.ru*

Для прогноза разработки и оценки геологических запасов углеводородов лабораторные исследования имеют особое значение, так как представляют собой исключительную совокупность методик, позволяющих наблюдать или измерить свойства подземных коллекторов. Лабораторные методы изучения образцов горной породы, отобранных в процессе бурения дают возможность количественной оценки коллекторских свойств горных пород нефтяных и газовых месторождений в поверхностных или смоделированных пластовых условиях. По мнению практических специалистов, успешность отбора керна является ключевым показателем эффективности поисково-разведочного бурения. Лабораторные исследования керна позволяют получить наиболее качественные данные с минимальными погрешностями и максимально повысить ценность этих данных для геологов, геофизиков и разработчиков «При оценке свойств и запасов нефтегазоносных пластов лабораторные исследования керна — единственный источник прямых количественных данных о свойствах пласта-коллектора и основа, на которой базируется оценка параметров продуктивного пласта» [Макфи, 2018].

Для получения представительных и достоверных результатов лабораторных исследований керна при определении стадий и конкретных приемов исследования необходимо учитывать ряд специфических факторов, которые напрямую влияют на качество получаемых результатов.

Прежде всего, необходимым условием является отбор качественного и неповрежденного керна, выбор метода которого зависит от физического состояния образца. На этапе отбора керна важно выявить и свести к минимуму повреждение керна в процессе его доставки от пласта до лаборатории. Поэтому при выборе методик и оборудования для формирования и подготовки образцов следует учитывать их влияние на измеряемые свойства.

Порядок отбора, привязки и хранения керна нефтегазовых скважин регламентируется в соответствии с локальными нормативными актами

конкретной организации. Как правило, такие документы ориентируются на рекомендации, принятые инструкцией РД 39-0147716-505–85. Зарубежные компании используют в своей деятельности по отбору и исследованию керна API RP40.

Объем и интервалы отбора керна зависят от стадии проводимых геологоразведочных работ и степени подготовленности месторождения [Битнер, 2018]. В настоящее время нормативные требования к объемам отбора керна отсутствуют, они устанавливаются в геологическом задании на объект в зависимости от решаемых геологических задач.

Как правило, после проведения исследований полноразмерного керна методами компьютерной томографии, многоуровневого ультразвукового исследования, которые позволяют выявить в каждом образце зоны однородности, имеющие сходную микроструктуру для каждой исследуемой породы, из таких зон выбуриваются цилиндрические образцы.

Керн получают с использованием керноотборного снаряда со съёмными или стационарными приемниками, опускаемого в скважину на бурильных трубах. На данном этапе оптимально использование оборудования, обеспечивающего отбор керна повышенной информативности: турбинные и изолирующие модернизированные устройства, позволяющие извлекать керн без техногенных деформаций с сохраненной структурой и текстурой, с максимально возможным сохранением пластового флюидонасыщения.

Сохранность керна оценивается его линейным выходом – процентным отношением суммарной длины поднятого керна к длине пробуренного интервала. Для достижения 100 % показателя указанного критерия используют специальных методов отбора: отбор герметизированного керна (отбор без герметизации, дающий возможность прямого определения по керну пластовых и текущих значений нефте- и газонасыщения; сохранения фазового состава флюидов, что особенно важно при отборе керна из газогидратных залежей) и отбор ориентированного керна (отбор керна, ориентированного в отношении сторон света, который позволяет установить элементы залегания горных пород на любой глубине).

Поднятый и разложенный на буровой площадке керн, предварительно очищенный от бурового раствора, укладывается в керновые ящики, сопровождаемый бирками, в соответствии с правилами укладки и первичного документирования керна на буровой.

На отобранный керн в рабочем журнале составляется ведомость отбора керна, в которой в табличной форме фиксируется информация, получаемая при проходке скважины: номер керна, номера долбления, интервалы отбора керна, вынос керна.

Роль специалиста, осуществляющего документирование, крайне важна на данной стадии, включает в себя функции не только документирования, но и локального контроля качества процессов бурения, ориентирования, извлечения керна от момента его получения до укладки в ящики [Руководство...2014.]. С целью оптимизации процесса описания керна и увеличения производительности документирования целесообразно поручить указанные функции двум специалистам, один из которых получает показатели параметров керна, другой сразу фиксирует полученную информацию в форму электронного табличного документа. Качество данных документирования в значительной степени зависит от целостности образцов, что делает необходимым обеспечение защиты их повреждения.

Литература:

Битнер, А. К. Методы исследования пород-коллекторов и флюидов: учеб. пособие / А. К. Битнер, Е. В. Прокатень. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. 2018. – 224 с.

Макфи К., Рид Дж., Зубизаретта И. Лабораторные исследования Керна: гид по лучшим практикам. Издательство – Институт компьютерных исследований. 2018. - 924 с.

**К ВОПРОСУ О СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЯХ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА НА ТЕРРИТОРИИ ПОВОЛЖЬЯ**

**Е.Н. Жданова**

Научный руководитель – профессор В.А. Огаджанов  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им.Н.Г.Чернышевского, геологический  
факультет», Саратов, *liza\_jd@icloud.com, ozhva@mail.ru*.

Целью данной работы являлось изучение геологической природы структурно-вещественных неоднородностей кристаллического фундамента в пределах Поволжья.

Особенностью Поволжского региона является то, что по его территории протягивается Европейско-Африканский сквозной тектонический пояс, имеющий глубинное заложение [В.А. Огаджанов, А.В. Огаджанов, 2014]. Во многом, этот пояс определяет геодинамические процессы и преобразование горных пород, в том числе, приводящих к их серпентинизации.

Сведения о геологической природе структурно – вещественных неоднородностей можно получить в результате комплексного анализа геофизических данных. В том числе наиболее значимые неоднородности, связанные с серпентинизацией, отражают гравитационные и магнитные аномалии, что подтверждается рядом ранних работ [А.В. Огаджанов, 2004; В.А. Огаджанов, А.В. Огаджанов, 2013].

Изучая физические свойства горных пород, слагающих кристаллическую кору Поволжья и его обрамления, были определены основные аномалиеобразующие породы кристаллического фундамента. Результаты изучений представлены в таблице 1 [Физические свойства..., 1984; В.А. Огаджанов, А.В. Огаджанов, 2013].

На основании сведений, полученных в ходе изучения физических свойств горных пород, слагающих кристаллический фундамент Поволжского региона, был сделан вывод о том, что в земной коретерритории Поволжья широко распространены петрофизические неоднородности, обусловленные габбро и габбро-норитами, которые на гравитационных и магнитных аномалиях отражаются совпадением положительных аномалий. Распространены низкоплотные разности пород, соответствующие гранитам. Однако, в ряде случаев, низкоплотные породы обладают магнитной восприимчивостью, характерной не для кислых разностей – гранитов, а для серпентинитов, т.е. порядка  $3000(10^{-5}$  ед.СИ). На основании этого можно сделать вывод о том, что выделяемые зоны разуплотнения, в ряде случаев, могут быть сложены серпентинитами, что также подтверждалось в ряде ранних работ [А.В. Огаджанов, 2004; В.А. Огаджанов, А.В. Огаджанов, 2013; Огаджанов В.А., Волкова Е.Н., 2022].



Таблица 1. Физические свойства главных аномалиеобразующих пород кристаллического фундамента востока Восточно-Европейской платформы.

Название пород и их комплексов	Плотность $10^3 \text{ кг/м}^3$	Магнитная восприимчивость $10^{-5}$ ед. СИ
Биотито-гранатовые, биотито-пироксеновые, биотитороговообманковые, биотитоплагиоклазовые гнейсы и кристаллосланцы	2,70-2,90 (2,80)	300-1400 (850)
Граниты и плагиограниты с гранатитом	2,57-3,00 (2,80)	8-200 (100)
Сиениты	2,71	1300
Габбро-нориты и габбро-диабазы	2,70-3,00 (2,85)	5000-10000 (7500)
Серпентиниты	2,38-2,83 (2,60)	600-3000 (1800)

Аномалии гравитационного и магнитного полей на отдельных участках территории Поволжья характеризуются особенностью, когда минимумам гравитационного поля соответствуют максимумы магнитного. Эта особенность выявляется как на региональном уровне, так и локальном. В региональном плане мы можем наблюдать такую связь гравитационных и магнитных аномалий, которая может свидетельствовать о низкоплотных и сильномагнитных породах в литосфере данного региона, что видно из глубинного разреза, представленного на рисунке 1.

На разрезах (рис. 1) выделяются разуплотненные зоны, которые, в ряде случаев, имеют магнитную восприимчивость, характерную для серпентинитов. Таким образом, низкоплотными и сильномагнитными породами, слагающими кристаллический фундамент на территории Поволжья, могут быть серпентиниты.

Тем самым, интерпретация гравитационных и магнитных аномалий, на территории Поволжья, позволяет сделать вывод о том, что структура земной коры и ее вещественный состав определяется наличием среди прочих разностей и серпентинизированных пород.

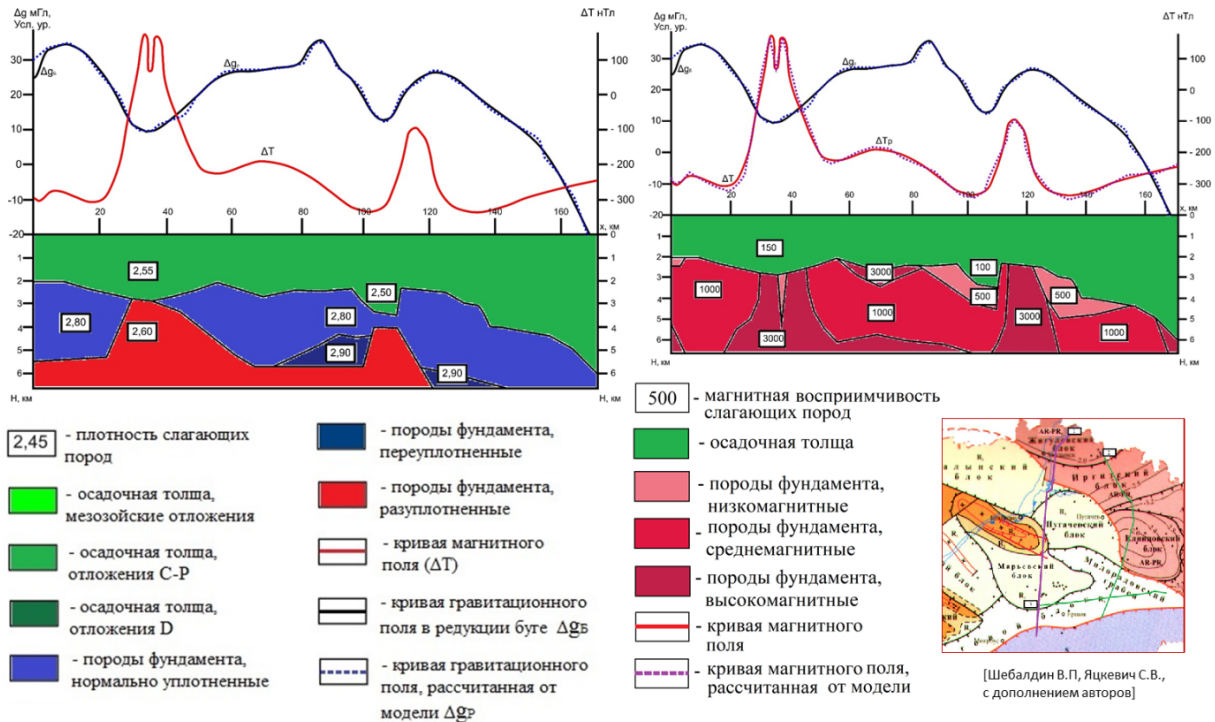


Рис. 1. Глубинный разрез, построенный по результатам интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. Петролотностной разрез (слева) и петромагнитный разрез (справа).

#### Литература:

- Огаджанов В.А., Огаджанов А.В. Аномалии геофизических полей при дилатации горных пород // Геофизика. М.: 2013. №6. С. 65-69.
- Огаджанов А.В. О возможной природе зон разуплотнения в земной коре Саратовского участка Поволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. 2004. Вып. 40. С. 59-61.
- Огаджанов В.А., Огаджанов А.В. Физико-геологические характеристики платформенной части европейско-африканского сквозного тектонического пояса // Геофизика. 2014, С. 33-39.
- Огаджанов В.А., Волкова Е.Н. К вопросу о геологической природе неоднородностей кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы // Изв. Саратовского ун-та. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22. №4. С. 262-267
- Физические свойства горных пород и полезных ископаемых // Справочник геофизика. Под редакцией Н.Б. Дортман. М.: Недра 1984 г. 455 с.

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ИССЛЕДОВАНИЙ КОЛЛЕКТОРОВ С ЦЕЛЮ УТОЧНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ**

**У.В. Зотова, В.М. Кузминова**

Научный руководитель – ст. преподаватель А.А. Морова  
*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Институт нефтегазовых технологий, Самара, ulanazotova18@mail.ru;  
k.vladaa1@gmail.com ; andaluzit@mail.ru.*

Дополнительный комплекс исследований коллекторов, подразумеваемый нами при написании этой работы, представляет собой применение литолого-фациальных и петромагнитных исследований каменного материала (преимущественно шлама по всему стволу скважины и керна в интервалах, где он отбирался) с целью совершенствования методов детального расчленения, корреляции продуктивных пластов, выяснения особенностей осадконакопления и определение насыщения пластов. Комплекс опробован на 7 месторождениях Самарской области (21 скважина). В настоящий момент времени в лаборатории литологии СамГТУ разрабатывается методика работы со шламом из-под долот истирающего типа при бурении месторождений Западной Сибири (17 скважин одного месторождения). Несмотря на полученный опыт, очередность проведения работ и методика содержат ряд дискуссионных вопросов и до конца не определены, чем и вызвана необходимость написания данной работы. Мы предлагаем следующий вариант решения задачи.

### **Основные этапы работ при проведении ЛФИ и петромагнитных исследований каменного материала**

**Оценка качества шлама.** Работа со шламом требует от исследователя терпения и усидчивости, что авторы познали в полной мере, описывая пробы. Именно качество является камнем преткновения в споре об информативности шлама, поэтому критерии его определения очень важны. Для этого визуально оценивается общий вид шлама: расситовка, отсутствие посторонних примесей, отмытость, упаковка, отсутствие повторяемости в процентном соотношении с выше и нижележащими интервалами в пределах не более двух проб (4 метра), синхронность и повторяемость на петромагнитных кривых (скважина со шламом, неправильно отобранном, как правило, «отрисовывается» по кривой магнитной восприимчивости как набор хаотично расположенных точек, соединенных линиями без какой-либо синхронности и повторяемости с соседними скважинами). Далее, если шлам признается удовлетворительно отобранном и принимается к обработке, он отмагничивается, расситовывается при надобности, отмывается повторно, и описывается по традиционной методике, принятой при описании керна. Составление таблицы литолого-фациальных признаков по шламу дублирует те же работы, проводимые по керну в интервалах отбора керна, или дает независимую информацию в интервалах бурения сплошным забоем (что бывает чаще всего). Часть данных, безусловно, теряется в следствии разрушения породы (текстурные признаки), но часть и добавляется (физико-механические признаки). Добавим только то, что описание каждой фракции шлама ведется отдельно (основной- рабочей, размер которой 3-7мм или менее в зависимости от типа долота) и обвальная (как правило, крупнее, чем основная фракция).

**Обзорные работы по району исследований.** Этот этап исследований, пожалуй, самый трудоемкий. Он подразумевает изучение керна по всем имеющимся скважинам месторождения, а также литературный обзор всех доступных научных работ по району. На этом этапе изучается весь имеющийся фактический скважинный материал, изучаются каротажные геофизические диаграммы, делается особый упор на литологические репера, хорошо узнаваемые по керну. Описание методов литолого-фациальных и петромагнитных исследований керна не является целью нашей работы. Оба метода хорошо освещены в многочисленной литературе и широко применяются на практике. При отработке методики литолого-фациальных исследований шлама применялись те же принципы, что и при описании керна.

**Описание шлама.** В интервале разбуривания масштаба 1:200, шлам отбирается через 2 метра. Каждая проба отмывается, расситовывается. В зависимости от типа долота, применяемого при бурении, выбирается рабочая фракция шлама (та, которая попадает в буровой раствор непосредственно с выбуренной породы), остальной шлам считается обвальным. Методика работы с шламом, определение времени отставания шлама и т.д. описана в руководящей инструкции проведения ГТИ, а также специальной литературе. Известной методики вполне хватает для того, чтобы выделить основных литологические разности пород, но ее совершенно недостаточно описании маломощных интервалов отдельных литологических разновидностей, присутствующих в разрезе. В то время как, при определении литолого-фациальной принадлежности пород, учитываются разные, даже незначительные признаки. При описании шлама составляются поинтервальные таблицы по многим признакам (на сегодняшний момент их выделено около 32), делаются фотографии (крупный план и отдельно каждая литологическая разность), описывается каждая литологическая разность, присутствующая в шламе отдельно, выделяется основная и составляется сводная литологическая колонка по интервалу работ. Эта колонка, как правило, не противоречит литологической колонке, построенной по другим методам, но существенно ее дополняет. Хотя случаются случаи полного противоречия между отдельными методами. Целью этого этапа исследований является уточнение литологии вскрываемых пород и выделение признаков литолого-фациальной принадлежности пород.

**Переинтерпретация данных ГТИ и ГИС.** Переинтерпретация ГТИ подразумевает выявление всех факторов, повлиявших на шлам – смена типа долота, изменение режима бурения..., а также переинтерпретации данных газового каротажа. При интерпретации данных ГТИ используются только первичный фактический материал: суточные сводки и временные диаграммы, но не материал, обработанный работниками партии ГТИ из-за часто низкого качества проводимых работ. Переинтерпретация ГИС делается по мере необходимости в случае появления противоречий между данными.

**Проведение замеров петромагнитных параметров.** Известно, что петромагнитные подразделения являются разновидностью лито- или ритмостратиграфических подразделений [Гужиков, 2013] Из всех возможных, при работе со шламом, как показал опыт, целесообразно использовать данные каппаметрии и термокаппаметрии.

**Проведение необходимых дополнительных методов исследования.** В зависимости от целей и поставленных задач, типы работ могут заметно изменяться.

**Основные аспекты интерпретации и выводы.** В результате применения дополнительного комплекса исследований коллекторов решаются следующие задачи:

- Уточнение геологического строения месторождения. Составление литолого-петрографической модели пласта.
- Построение корреляционных схем.
- Выделение стратиграфических подразделений разного ранга. Выделение перерывы в осадконакоплении. Выделение перерывов в осадконакоплении дает возможность уточнять стратиграфические границы (как правило, перерывы в осадконакоплении совпадают с границами стратиграфических подразделений разных рангов), выделять аварийные зоны повышенной опасности, которые также, как показывает практика совпадают с границами петромагнитных ритмов и подритмов, а также делать прогноз относительно насыщения пород и возможной миграции углеводородов в горизонтальном направлении вдоль разуплотненной зоны перерывов в осадконакоплении.
- Определение водо-нефтяного контакта (как современного, так и древнего) в зоне его длительного стабильного положения (в зоне водо-нефтяного контакта по термокаппаметрическим данным фиксируются повышенные значения, связанные с образованием  $FeS_2$ . Образование тонкораспыленного пирита в зоне ВНК объясняется малой подвижностью железа (захороненных железосодержащих вод или вод, обогащенных железом за счет растворения железосодержащих минералов) в сильно кислой среде и связыванием его с серой, освобожденной из сульфатов сульфатредуцирующими бактериями, населяющими нефть.
- Определение качества покрышки. В интервалах нефтенасыщения пластов часто резко подскакивают значения термокаппы в покрышке как в карбонатных, так и в терригенных коллекторах. Этот факт - до сих пор нерешенная проблема.

В заключении хочется сказать, что в настоящий момент времени две партии геолого-технологических исследований группы компаний «СТЕРХ», во время проведения производственных студенческих практик, проводят замеры магнитной восприимчивости в режиме реального времени на буровой. Термокаппаметрические исследования проводятся в лабораторных условиях на базе литологической лаборатории СамГТУ. При этом, станции подключены к имеющимся системам мониторинга на буровой, материал анализируется ежедневно, что позволяет на практике использовать полученные теоретические знания и сразу видеть их результаты.

#### Литература:

Гужиков А.Ю. Геологическая информативность магнетизма керна и шлама осадочных пород, полученных при бурении разведочных скважин // Приборы и системы разведочной геофизики. 4(46). 2013. С. 51-61.

## КОБАЛЬТОНОСНЫЕ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОРКИ

### Е.А. Кандратьева

Научный руководитель – доцент В.В. Гусев

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Самара, [kandratevaliza@gmail.com](mailto:kandratevaliza@gmail.com)

История исследования кобальтоносных железомарганцевых корок: Кобальтоносные железомарганцевые корки являются более древними образованиями, чем конкреции; они начали формироваться в позднемеловую эпоху, а может быть и раньше. Они связаны с иными вулканическими комплексами, чем конкреции. В частности, начало образования формации железомарганцевых корок совпадает с эпохой становления вулканогенных и плутонических комплексов коматиит-толеитового и габбро-норит-трактолитового составов. Один из важных исторических моментов в обнаружении и изучении этих корок связан с исследованиями, проведенными в середине 20-го века. Открытие этих формирований привело к установлению связи между наличием кобальта и железа в корках и определенными геологическими процессами. Однако их полное понимание требовало дальнейших исследований, включающих более детальное изучение структуры, состава и образования этих корок. В течение последнего столетия разработаны различные методы и технологии исследования кобальтоносных железомарганцевых корок, что позволило значительно расширить наши знания об этом уникальном геологическом явлении.

Химический состав кобальтоносных железомарганцевых корок: Железомарганцевые корки содержат ионы кобальта, что является характерной особенностью их химического состава. Кобальт придает коркам особый цвет и обеспечивает их магнитные свойства. Однако, помимо кобальта, железомарганцевые корки содержат также ряд других элементов, которые могут варьировать в своем содержании. Химический состав корок является ключевым фактором, определяющим их свойства и возможные применения.

Морфология кобальтоносных железомарганцевых корок:

Морфология кобальтоносных железомарганцевых корок изучает внешние формы и структуру этих корок. Они могут иметь различные формы, такие как пластинчатые, шаровидные или кораллоподобные. Отдельные корки могут иметь сложные структуры с многочисленными выступами и пустотами. Также важно исследовать микроструктуру и поверхность корок, чтобы понять их морфологические особенности и связь с окружающей средой.

Физические свойства кобальтоносных железомарганцевых корок:

Данные свойства описывают основные характеристики корок, которые определяются различными физическими параметрами. К ним относятся плотность, теплопроводность и температура плавления.

Магнитные свойства являются важными характеристиками материалов, которые определяют их способность притягиваться к магнитам или образовывать магнитные поля. Эти свойства включают намагниченность, коэрцитивную силу и намагничивающую силу. Они могут быть измерены и использованы для классификации материалов по их магнитным свойствам. Понимание общих сведений о магнитных свойствах является важным для дальнейшего изучения конкретных свойств кобальтоносных железомарганцевых корок.

Факторы, влияющие на образование кобальтоносных железомарганцевых корок:

Образование кобальтоносных железомарганцевых корок подвержено влиянию различных факторов:

1. Геологические условия играют важную роль в образовании этих корок. Они формируются в специфических геологических областях, таких как подводные горные хребты и склоны или активные зоны вулканической деятельности.

2. Биологические процессы также оказывают влияние на формирование кобальтоносных железомарганцевых корок. В жизнедеятельности глубоководных морских организмов выделяются специализированные процессы, которые способствуют образованию этих корок.

3. Геохимические процессы, такие как окислительные и редокс-реакции, играют ключевую роль в формировании кобальтоносных железомарганцевых корок. Они позволяют концентрировать и накапливать кобальт и железо в коре.

4. Гидродинамические факторы, такие как течения и потоки воды, также важны для процесса образования этих корок. Они могут создавать условия для осаждения частиц, содержащих кобальт и железо, и способствовать их формированию.

Географическое распространение кобальтоносных железомарганцевых корок: Железомарганцевые корки развиты преимущественно в пределах подводных поднятий и обнаружены во всех океанах, включая Северный Ледовитый. Наиболее полные разрезы корок известны в пределах Магеллановых гор, поднятий Маршалловых островов, Маркус-Уэйк и Уэйк-Неккер. Возраст этих структур раннемеловой или позднеюрско-раннемеловой, то есть 100–150 млн лет.

Применение кобальтоносных железомарганцевых корок:

На данный момент времени добыча кобальтоносных железомарганцевых корок не производится. Рассмотрим возможности использования данных геологических объектов. Кобальтоносные железомарганцевые корки могут широко применяться в различных отраслях промышленности. Они могут служить важным материалом для производства разнообразных изделий и компонентов, благодаря своим магнитным свойствам. Их можно использовать в производстве электронных компонентов, электромоторов, магнитных материалов, медицинского оборудования и автомобилей. Благодаря высоким показателям магнитной индукции и стабильности свойств, кобальтоносные железомарганцевые корки способны обеспечить эффективность и надежность в различных промышленных процессах.

Значение кобальтоносных железомарганцевых корок в геологических исследованиях:

Кобальтоносные железомарганцевые корки играют важную роль в геологических исследованиях, прежде всего, благодаря своему содержанию ценных металлов, таких как кобальт и железо. Кобальт является важным элементом в производстве аккумуляторов и магнитных материалов, а железо является основным компонентом стали. Кроме того, анализ корок позволяет изучать процессы образования и эволюции морских отложений, а также происхождение источников минерального сырья. Таким образом, исследования кобальтоносных железомарганцевых корок имеют большое значение для разработки стратегий поиска и освоения новых месторождений и определения перспективности различных районов океанского дна.

## ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ

### К.К. Капранова

Научный руководитель – доцент В.В. Гусев

ФГБОУ «Самарский государственный технический университет», Самара,  
karpnovakarina2411@mail.ru

Образование железомарганцевых конкреций — глобальное природное явление, происходящее на границе гидросферы и литосферы на дне океанов. С начала 1960-х годов конкрециями заинтересовались многие промышленные фирмы и развернули планомерные геологоразведочные работы. Тем не менее, проблемы генезиса конкреций весьма далеки от решения. Для расшифровки всей совокупности процессов образования конкреций необходимо тщательное изучение строения и состава конкреций. Комплексное изучение ЖМК - одно из важнейших условий, определяющих возможность промышленного освоения залежей этого ценного сырья.

В изучении закономерностей размещения, условий локализации, состава и строения ЖМК можно выделить несколько этапов: Первый этап начинается с момента открытия конкреций во время экспедиции «Челленджер» в 1872 - 1876 гг. В течение последующих нескольких десятилетий находки конкреций в различных районах Мирового океана представляли только научный интерес. Начало второго этапа (1957 - 59 гг) связывается с расширением исследовательских работ, накоплением научных сведений и, главное, формированием представлений об экономическом значении ЖМК. Работы этого периода в целом носили региональный характер, маршрутные исследования сочетались с изучением небольших полигонов. Начало третьего этапа изучения конкреционных месторождений связывается с 1980-ми годами, когда на обширных акваториях Мирового океана развернулись планомерные геологоразведочные работы, отличительными чертами которых были стадийность и систематический характер комплексных геолого-геофизических исследований.

Конкреционные скопления различного масштаба, в том числе и значительного, встречаются практически во всех абиссальных структурно-тектонических зонах (глубоководные котловины, срединно-океанические хребты, вулканотектонические поднятия, окраинные плато) и в широком батиметрическом интервале (от менее 1000 м до более 6000 м). Однако наиболее значительные скопления ЖМК располагаются обычно на участках дна, находящихся ниже КГК, в интервале глубин от 4500 до 5500 м, и ассоциируют с пелагическими глинистыми и кремнисто-глинистыми осадками (провинции Клариян-Клиппертон, Центрально-Индийская и др.).

Химический состав конкреций непостоянен, содержания даже основных элементов испытывают резкие колебания. В конкрециях всего Мирового океана уровень содержания элементов характеризуется следующими цифрами (в %): марганец 0,07-50,3; железо 0,3-50,0; никель 0,08-2,48; медь 0,003-1,90; кобальт 0,001-2,53; цинк 0,01-9,0; свинец 0,01-0,75. Средний состав ЖМК Тихого океана (в %): марганец - 24; железо - 14; кремний - 9,4; алюминий - 2,9; натрий - 2,6; калий - 1,9; магний - 1,7; никель - 0,99; кальций - 0,18; титан - 0,67; медь - 0,53; кобальт - 0,35; барий - 0,18; свинец - 0,09; стронций - 0,081; цирконий - 0,063; ванадий - 0,054; молибден - 0,052. Такой состав делает выгодной их добычу. Промышленный интерес представляют 33 элемента: 4 основных - марганец, никель, медь, кобальт и 29 попутных - благородные металлы (золото, серебро, платиноиды), рассеянные элементы (молибден, теллур, таллий, висмут, рубидий, гафний), редкие



(ванадий, цирконий) и некоторые редкоземельные элементы группы церия и иттрия. Особенности состава железомарганцевых руд зависят от сочетания многих природных факторов.

Железомарганцевые конкреции сложены слабоокристаллизованными гидроксидами железа и марганца, имеют концентрически-слоистое строение, обусловленное последовательным нарастанием слоев различного состава и структуры. Железомарганцевые конкреции характеризуются наличием ядер. Часто ядрами служат обломки более древних образований. Макрослои конкреций фиксируют импульсы роста. Биогенные остатки в ядрах иногда представлены зубами рыб. В строении оболочки конкреций выделяются слои трех уровней: 1- макрослои (от 0,5 до 1,5 см), облегающие всю конкрецию и разделенные между собой перерывами, следами процессов деструкции; 2 - микрослои (толщиной 1,5-5,0 мм) волнисто-слоистые, дендритовые и др. ритмично чередуются в разрезе макрослоев; 3 - субмикроскопические слойки, чередование которых определяет текстурный рисунок микрослоев. Их толщина 1-10 мкм. Субмикроскопические слойки конкреций представлены двумя чередующимися фазами рудного вещества, условно названными кристаллической и аморфной. Ведущими являются две группы структурных элементов: волнисто-слоистая и столбчато- дендритовая. Внутреннее строение конкреций определяется ритмически слоистым рисунком разреза, обусловленным чередованием различных по текстурным особенностям слоев: волнисто-слоистых, столбчато- дендритовых, кластических и др. При этом все слои, в том числе и дендритовые образованы последовательным нарастанием субмикроскопических слойков, различных по составу.

Механизм формирования железомарганцевых конкреций седиментационно-диагенетический. Седиментационное формирование конкреций происходит в результате непосредственного медленного осаждения коллоидных частиц гидроксида железа  $Fe(OH)_3$  и растворенных ионов  $Mn^{2+}$  из придонного слоя воды. Он доминирует и при формировании конкреций на поверхности окисленных глин, в которых диагенетического перераспределения  $Mn$  и  $Fe$  практически не происходит. Диагенетический механизм формирования конкреций основывается на диффузионном потоке реакционноспособных ионов металлов, и в первую очередь марганца, с сопутствующими ему элементами - снизу, из поровых вод осадков, к верхней границе их полужидкого слоя. В этом случае конкреции образуются в зоне геохимического барьера на границе раздела вода - осадок, где особое значение имеют физико-химические параметры водной среды: pH, Eh концентрации кислорода и поступающих из осадков ионов металлов. Особенность седиментационно-диагенетического механизма формирования состоит в том, что в зависимости от поставки ионов металлов к активной реакционноспособной поверхности конкреций скорость их роста различается. Она ниже у подошвы, обусловленная диффузионной миграцией ионов металлов из поровых вод, и выше сверху из-за осаждения  $Mn$  и  $Fe$  из придонной воды.

Были установлены и систематизированы характерные ассоциации преобладающих рудных минералов в каждом типе ЖМО Мирового океана. Набор рудных минералов в ЖМО стабилен. В них присутствуют минералы марганца слоистой и туннельной структуры: вернадит, Fe-вернадит, бузерит-I, асболанбузерит, бернессит, асболан, бузерит-II (последние два редко) и тодорокит, пиролюзит, романешит. В химическом отношении данные минералы состоят из гидратированного диоксида марганца ( $MnO_2 \cdot nH_2O$ ). Железистые минералы представлены, прежде всего, различными формами гидроксида железа ( $FeOOH$ ) — гетитом и Mn-фероксигитом, а также

характерными только для низкотемпературных гидротермальных железистых отложений протоферригидритом, Si-содержащим протоферригидритом, ферригидритом (смешанными оксид-гидроксидами железа с общей формулой  $Fe_2O \cdot FeOON \cdot nH_2O$ ) и гематитом ( $Fe_2O_3$ ). Важно отметить, что возраст ЖМО (т.е., по сути, слагающих их рудных минералов) оценивается в десятки миллионов лет. Это позволяет предположить, что они могут быть продуктами различных процессов, которые происходят в недрах под океаном.

## **ПРИЧИНЫ РАЗЛИЧНОЙ НЕФТЕПРОДУКТИВНОСТИ БОБРИКОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОГО БОРТА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ**

**А.Э. Королёв, Т.Н. Назимов**

Научный руководитель – доцент Э.А. Королёв  
ФГАОУ ВО Казанский государственный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, [albert-korolev-kpfu@mail.ru](mailto:albert-korolev-kpfu@mail.ru),  
[nazimovtn@mail.ru](mailto:nazimovtn@mail.ru)

В пределах Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода терригенный комплекс визейского яруса относится к нефтеносным. Основные запасы нефти приурочены к отложениям бобриковского и тульского горизонтов [Королёв, 2023; Королёв, Назимов, 2023]. Ранее предполагалось, что терригенные породы нижневизейского века, располагающиеся на сводовых поднятиях, повсеместно являются нефтеносными. Однако, геолого-поисковые работы последних десятилетий показали ошибочность этого тезиса. Буровыми работами были вскрыты многочисленные структуры, откуда не удалось получить промышленных притоков нефти. Даже в пределах одного лицензионного участка часть тульско-бобриковских отложений является промышленно нефтеносными, часть – при разработке дает только пластовую воду с пленочками нефти. На примере одного из малых месторождений восточного борта Мелекесской впадины, где присутствуют терригенные отложения нижневизейского яруса с дифференцированной нефтепродуктивностью, были рассмотрены причины различной нефтеотдачи пластов-коллекторов. Методика исследования заключалась в детальном изучении структурных особенностей пород коллекторов, их петрографических свойств и степени окисленности нефти в пластах. В качестве объектов исследования служили керны скважин, пробуренных в пределах купольных поднятий с различными притоками нефти.

На трех купольных структурах, расположенных по цепочке с севера на юг, буровыми работами в кровле турнейского яруса были вскрыты эрозионно-карстовые врезы, заполненные песчаниками бобриковского горизонта, сверху перекрытыми отложениями тульского горизонта. Мощность песчаных отложений во врезях варьировала от 15,0 до 30,0 м. Все песчаники по результатам описания кернов скважин являлись в той или иной степени нефтеносными. Однако, если из северной купольной структуры получали относительно приемлемые дебиты нефти, из центральной – весьма хорошие, то из южной – получали сильно обводненный продукт. Оптико-микроскопические исследования песчаных коллекторов показали, что между ними нет различия. Терригенные породы, выполняющие эрозионно-карстовые врезы, представлены хорошо отсортированным мелкозернистым песчаником. В составе песчаников преобладающей минеральной фазой является кварц (96-99%), в качестве примесных фаз присутствуют обломки кремнистых пород, зерна ортоклаза, чешуйки мусковита и окатанные зерна акцессорного циркона. Обломки

минералов в породе соприкасаются краями, образуя жесткий несжимаемый скелет. По краям кварцевых зерен точечные контакты соприкосновения переходя в протяженные выпукло-вогнутые контакты взаимного приспособления под действием литостатической нагрузки. Участками в песчаниках образуются регенерационные контакты. Часть кварцевых зерен с общей кристаллооптической ориентировкой срастается в кластерные агрегаты. При этом между зернами и агрегатами остается пустотно-поровое пространство. Согласно петрофизическим исследованиям, пористость кварцевых песчаников составляет 15-20%, проницаемость – мкм<sup>2</sup>. Поры межзерновые, сообщающиеся, образуют извилистые, пересекающиеся каналы диаметром до 0,1 мм. То есть, все песчаные коллекторы в эрозионно-карстовых врезках, независимо от нефтепродуктивности, характеризуются сходными литолого-минералогическими и петрофизическими характеристиками.

Изучение состава водо-нефтеносного флюида в пределах купольных структур показало их существенную неоднородность по соотношению легких, средних и тяжелых фракций углеводородов. На кривых дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрии (ТГ) термического анализа отчетливо видно, что нефть бобриковского горизонта северной купольной структуры сложена преимущественно средними и тяжелыми углеводородами, выкипающими при температурах 360-420°C и 480-580°C, соответственно. Нефти центральной купольной структуры отличаются повышенным содержанием легких и средних фракций углеводородов, выкипающих при температурах 260-350 и 360-420°C, соответственно. Нефти южной купольной структуры существенно обогащены тяжелыми фракциями углеводородов, средние и легкие фракции углеводородов находятся в относительно небольшом количестве.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. По минеральному составу, характеру постседиментационных преобразований и приобретенным петрофизическим свойствам все песчаные породы коллекторы бобриковского горизонта не отличаются друг от друга, что обусловлено общим источником сноса обломочного материала и сходными условиями литогенеза фонового погружения.

2. Различная нефтепродуктивность пород-коллекторов бобриковского горизонта обусловлена составом нефтяных флюидов, который определяется герметичностью пород покрышек и положением водонефтяных контактов. При плохой герметичности пород флюидоупоров из состава нефти улетучиваются легкие углеводороды, накапливаются средние и тяжелые. При естественном заводнении нефтяной залежи в нефти накапливаются тяжелые углеводороды.

*Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, проект № FZSM-2023-0014.*

#### Литература:

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.

*Королёв А.Э., Назимов Т.Н.* Основные литотипы пород нефтеносных разрезов бобриковского горизонта на территории Татарстана // Геологические науки – 2023: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (с межд. уч.) (Саратов, 8 декабря 2023 г.) – Саратов: Издательство «Техно-Декор», 2023. С. 39-43.

## **СЛОЖНЫЕ ОПОЛЗНИ В СТЕНКАХ ДОРОЖНОЙ ВЫЕМКИ НА ОДНОМ ИЗ УЧАСТКОВ ФЕДЕРАЛЬНОЙ АВТОМОБИЛЬНО ТРАССЫ ПО ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСТАНА**

**А.Э. Королёв, Е.С. Пиржанова**

Научный руководитель – доцент Э.А. Королёв  
ФГАОУ ВО Казанский государственный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, [albert-korolev-kpfu@mail.ru](mailto:albert-korolev-kpfu@mail.ru),  
[katiapirzhanova@gmail.com](mailto:katiapirzhanova@gmail.com).

Проходка федеральной высокоскоростной автомобильной трассы по территории Татарстана, сопровождается большим объемом земельных работ, направленных на обустройство дорожной выемки. В результате планировочных срезов грунта с обеих сторон от дорожного полотна были сформированы террасированные склоны, вскрывшие отложения уржумского яруса среднепермской системы. В разрезах среднепермского возраста повсеместно отмечается частое переслаивание зеленовато-серых и красно-бурых доломитовых мергелей со светло-серыми доломитами, зеленовато-серыми песчаниками и красно-бурыми аргиллитоподобными глинами [Игнатьев, 1966; Шевелев, 2007]. Участками в разрезах появляются линзовидные тела аллювиальных песчаников, погребенных палеорусел древних речных долин уржумского века. Наличие последних часто приводит к ослаблению устойчивости склон выемки, способствуя активизациям и сходам оползней [Латыпов и др., 2023]. В данной работе рассмотрены процессы схода сложных оползней, растянутых по времени и затрагивающих практически все породы разреза уржумского яруса.

С подобными оползнями мы столкнулись, будучи на практике летом 2022 г. На участках активизации оползневых процессов уже было проведено искусственное террасирование склона. Было сделано 3 террасы, уступы которых составляли 6,0-8,0 м при ширине площадок выравнивания около 5,0 м. В стенках уступов вскрываются доломитовые мергели с прослойками доломитов и мелкозернистых песчаников. Пласты песчаников в различной степени обводненные, при вскрытии в их подошве образуются нисходящие родники. В уступе верхней террасы земляными работами обнажено линзовидное тело погребенной речной палеодолины. Протяженность линзы в стенке склона составляет 20,0-25,0 м, мощность в средней части около 7,0 м. С боковых сторон и в подошве линзовидное тело палеодолины ограничено доломитовыми мергелями и доломитами с горизонтально-слоистой текстуры. Контакты между линзой и коренными карбонатно-глинистыми породами резкие эрозионного типа. Палеодолина сложена темно-бурым мелкозернистым песчаником с косослоистой текстурой. Песчаники характеризуются высокой пористостью (20-25%), рыхлым сложением за счет выщелачивания кальцитового цемента, в обводненном состоянии, как правило, теряют устойчивость, переходя в плавунное состояние. При испытаниях на размокание в приборе ПРГ-2 песчаник буквально за 2-3 мин. полностью рассыпается на составляющие. В естественном залегании тело русловых песчаников палеодолины является вместилищем

подземных вод. Воды грунтовые со свободной поверхностью, разгружаются в сторону близко расположенных оврагов. Вскрытие палеодолины привело к нарушению гидродинамического режима водоносного горизонта, в результате в основании линзовидного тела песчаников образовались родниковые выходы подземных вод. За счет суффозионного выноса песчаного материала из нижней части песчаной линзы уступ верхней террасы потерял устойчивость, что вызвало сход оползневого тела. Оползень асеквентный, поскольку развивается по относительно однородным песчаникам. Тело оползня бесструктурное, представлено рыхлой сыпучей массой песка. Трещина отрыва тылового шва практически вертикальная, имеет циркуобразные очертания. Обрушение тела оползня произошло практически мгновенно, лавинообразно. Вся масса рыхлого песка сконцентрировалась на площадке нижележащей средней террасы.

Какое-то время все породы находились в статичном состоянии, лишь рыхлый песок оползневого тела постепенно насыщался водой. Однако, через 6-7 часов оползневой процесс вновь активизировался. По-видимому, за счет дополнительного веса нижележащие горные породы не выдержали нагрузки и в виде вновь образовавшегося оползня сошли вниз по склону. Вторично активизированный оползень охватил уступ как части средней, так и части нижней террасы склона дорожной выемки. Сход тела оползня произошел лавинообразно. Поскольку уступы средней и нижней террас склона сложены скальными грунтами, то оползневое тело приобрело террасированную форму. Оно сложено крупными блоками (до 4,0-5,0 м), которые в виде террас возвышаются друг над другом. Между крупными блоками располагаются более мелкие обломки размером от 0,1 до 1,5 м. Разрушение скальных пород на блочные отдельные спровоцировало наличие в них слоев обводненных песчаников и вертикальных протяженных трещин, представляющих собой ослабленные зоны в грунтовом массиве. Оползень инсеквентный, поскольку трещина отрыва пересекает все горизонтально залегающие осадочные породы уржумского яруса. Поверхность скольжения круглоцилиндрическая, ложем являются трещиноватые доломиты и доломитовые мергели. После схода, в период стабилизации, тело оползня постепенно выполаживалось, приобретая более-менее ровную наклонную поверхность. На этом оползневой процесс завершил свое развитие. Впоследствии масса разрушенного грунта была вывезена самосвалами за пределы дорожной выемки.

Таким образом, в развитие оползневого процесса отмечается два этапа, разделенные по времени и характеризующиеся различными механизмами смещения горных пород.

#### Литература

Геология Приказанского района. Путеводитель по полигонам учебных геологических практик / Научн. ред. А.И. Шевелев. – Казань, Новое знание, 2007. 208 с.

*Игнатьев В.И.* Методы полевых исследований красноцветных отложений (на примере татарского яруса) / Казань, Изд-во Казанского университета, 1966. 209 с.

*Латыпов А.И., Гараева А.Н., Яббарова Е.Н., Усманов Р.М., Королёв А.Э.* Природно-техногенные геодинамические процессы, активизированные при устройстве выемок грунта трассы М-12 на территории Приволжской возвышенности // В сборнике: Сергеевские чтения. Фундаментальные и прикладные вопросы инженерной геодинамики. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Москва, 2023. С.104-108.

## **ОБОСНОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ВОД В ОТЛОЖЕНИЯ СЕРПУХОВСКОГО ЯРУСА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА**

**И.Н. Королёва**

Научный руководитель – доцент Э.А. Королёв

*ФГАОУ ВО Казанский государственный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, irina22kuzmina@yandex.ru*

Разработка нефтяных месторождений сопровождается подъемом на поверхность большого количества попутных пластовых вод [Балашова, 2017; Нешич, 2018]. С течением времени, по мере истощения запасов нефти, в составе добываемых флюидов процентное содержание минерализованной жидкости неуклонно возрастает, а нефти снижается [Khatib, 2003]. На месторождения Татарстана проблему с попутными водами решают путем их обратной закачки в нефтяные пласты для поддержания пластового давления. При отсутствии необходимости поддержания пластового давления попутно-добываемые воды закачивают в ранее отработанные нефтяные коллекторы, где они естественным образом восполняют запасы пластовых подземных вод. Однако, такой способ утилизации попутно извлекаемых вод требует проведение предварительных гидрогеологических изучений территории нефтяных месторождений.

Одно из проблемных месторождений нефти, где возникла необходимость закачки в отработанные пласты коллекторы попутно-добываемых воды, приурочено к локальному поднятию на восточном склоне Южно-Татарского свода. Месторождение эксплуатируется с 1955-1958 года, на сегодняшний период обводненность продукта составляет 75-90%. Наиболее рациональным является закачка подготовленной воды в уже существующие обводненные скважины, поскольку это не требует дополнительных инвестиций на буровые работы. В качестве пластов резервуаров для подземного размещения избыточных технических вод рассматриваются отложения серпуховского яруса.

В гидрогеологическом отношении в пределах восточного склона Южно-Татарского свода выделяется два этажа. Верхний гидрогеологический этаж представлен водоносными горизонтами пресных и слабосоленых вод зоны интенсивного и замедленного водообмена отложений четвертичного, неогенового и пермского возраста. Нижний гидрогеологический этаж включает в себя закрытые водоносные комплексы и горизонты зоны весьма затрудненного водообмена с водами повышенной солености и рассолами с минерализацией до 280 г/л. Водовмещающими породами являются отложения девонского и каменноугольного возраста. Для наших работ интерес представляет серпуховский водоносный горизонт, входящий в состав водоносного визей-башкирского карбонатного комплекса ( $C_{1v}$  –  $C_{2b}$ ). Серпуховский водоносный горизонт выделяется в средней части комплекса в объеме серпуховского яруса. Он представлен тонко-мелкозернистыми трещиноватыми доломитами с прослойками плотных светло-серых известняков. Разуплотненные доломиты часто выклиниваются по простирацию, замещаясь плотными аналогами. Подобное строение карбонатной толщи обуславливает хорошую изолированность водоносных пластов в породном массиве. Мощность серпуховских отложений составляет 138,0-160,0 м.

Согласно интерпретации данных ГИС и лабораторным исследованиям в серпуховском ярусе преобладает кавернозно-поровый, прослойками трещиновато-кавернозно-поровый тип коллекторов. Для выделения наиболее благоприятных для закачки попутно-добываемых вод пластов коллекторов была

принята пористость пород в 9%. При меньших величинах приёмистость пластов не будет удовлетворять необходимым требованиям. Анализ кривых НГК позволил выделить в разрезах серпуховского яруса несколько пластов с пористостью 10-17%, залегающих среди плотных карбонатных пород флюидоупоров. Пробные закачки технологической жидкости в скважины позволили установить наиболее перспективные пласты в интервалах перфорации 715,0-720,0 м и 741,0-744,0 м. Оценка сроков ресурса поглощающих скважин была выполнена на основе расчетных методов, путем сопоставления фактических значений параметров, полученных путем обследования с критическими значениями соответствующих параметров предельного состояния. По результатам расчетов выбранные для закачки скважины пригодны к эксплуатации. Установленный срок безопасной эксплуатации составляет 5 лет.

С целью определения особенностей химического взаимодействия пластовых вод серпуховского яруса с закачиваемыми технологическими водами были проведены аналитические расчеты, основанные на анализе содержания макрокомпонентов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}+\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) и оценки их коэффициентов активности. Было установлено, что при смешении этих вод высока вероятность выпадения в поровом пространстве пород коллекторов солей угольной кислоты (кальцит, арагонит). Причем вероятность образования кальцита увеличивается по мере преобладания в составе смешивающихся жидкостей пластовых вод. Образование ангидрита, гипса и сульфата магния при смешивании пластовых и попутных вод – не ожидается.

Учитывая вышесказанное можно сделать следующие выводы:

1. Чередование в разрезах серпуховского яруса плотных и разуплотненных карбонатных пород обуславливает наиболее оптимальные условия для захоронения в пластах коллекторах, извлекаемых совместно с нефтью попутных вод.

2. В целях экономической выгоды для закачки в разуплотненные пласты доломитов технологических вод целесообразно использовать существующие обводненные скважины, выведенные из эксплуатации.

3. Для обратной закачки попутно-добываемых вод рекомендуется выбрать интервалы, сложенные мелкозернистыми доломитами, образующими кавернозно-поровые и трещиновато-кавернозно-поровые типы коллекторов с пористостью 10-17%.

4. Смешение пластовых вод серпуховского яруса с технологическими водами может со временем вызвать кольматацию фильтрационных каналов в доломитовых коллекторах аутигенным кальцитом.

#### Литература:

*Балашова Е.Ю., Фарносова Е.Н.* Анализ состава и перспективы переработки попутных нефтяных и пластовых вод // Успехи в химии и химической технологии. 2017. Т. XXXI. № 5. С. 76-78.

*Нешич С., Стрелецкая В.В.* Интегрированный подход при обращении и обратной закачке попутно добываемой воды // Георесурсы. 2018. Т. 20. №1. С. 25-31.

*Khatib, Z., Verbeek, P.* Water to Value – Produced Water Management for Sustainable Field Development of Mature and Green Fields // Journal of Petroleum Technology. 2003. 55(01), pp. 26-28.

## ОТРАЖЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СВИТЫ БЕЛОГРОДНИ В МАГНИТНОЙ ТЕКСТУРЕ ПОРОД

### А.А. Корчагин

Научный руководитель – профессор А.Ю. Гужиков  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», геологический  
факультет Саратов, kikhot\_d@mail.ru

Свита Белогродни, слагающая низы палеоцена на севере Саратовского Правобережья, залегает с размывом на мергелях радищевской свиты (маастрихт) и перекрывается опоками нижнесызранской подсвиты (датский ярус) [Унифицированная ..., 2015]. Свита представлена глауконитсодержащими, песчанистыми, слабоглинистыми силицитами с повышенной известковистостью. В стратотипической местности (ниже и выше по течению от бывшего с. Белогродня, расположенного между с. Воскресенское и г. Вольск) проведено палеомагнитное опробование 9 разрезов свиты Белогродни и низов нижнесызранской подсвиты. Разрезы расположены в береговой полосе Волги, протяженностью ~ 12 км, в общей сложности из них взяты ориентированные штUFFы с 233 уровнями (рис. 1).

В настоящей работе представлены данные по магнитной восприимчивости ( $K$ ), ее анизотропии (АМВ) и результаты палеогеографической интерпретации этих параметров. Данные по АМВ свиты Белогродни получены впервые.

Измерения магнитной восприимчивости проводились на каппабридже MFK1-FB до и после прогрева образцов при 500°C в течение часа. После термического воздействия характер распределения осей магнитных эллипсоидов в ряде случаев изменяется. Учитывая опыт предыдущих исследований, свидетельствующий об улучшении качества магнитных текстур палеоценовых пород после нагрева [Шелепов, Гужиков, 2022; 2023], нами анализировались и интерпретировались данные по анизотропии только термокаппы.

По результатам магнито-минералогического анализа (магнитное насыщение и термомагнитные исследования) установлено, что главным носителем магнитных свойств в исследуемых отложениях является тонкодисперсный магнетит, вероятно, входящий в состав глауконитовых зерен.

Для детальной корреляции низов палеоцена в составе свиты Белогродни и низов нижнесызранской подсвиты, границу между которыми трудно определить визуально, целесообразно использовать данные по магнитной восприимчивости (рис. 1). Значения  $K$  адекватно отражают концентрации глауконита и выполняют тем самым роль объективного критерия вещественного состава пород.

Исследуемые отложения отчетливо подразделяются по магнитной восприимчивости, минимум, на три петромагнитных комплекса (ПК): ПК-1 (нижняя половина свиты Белогродни) выделяется максимальными величинами  $K$  ( $19-35 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ), ПК-2 (верхняя половина свиты Белогродни) характеризуется умеренными значениями  $K$  ( $9-18 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ), а ПК-3 (нижнесызранская подсвита) – минимальными ( $4-8 \cdot 10^{-5}$  ед. СИ). По результатам петромагнитной корреляции отчетливо видно линзовидное строение свиты Белогродни (рис. 1).



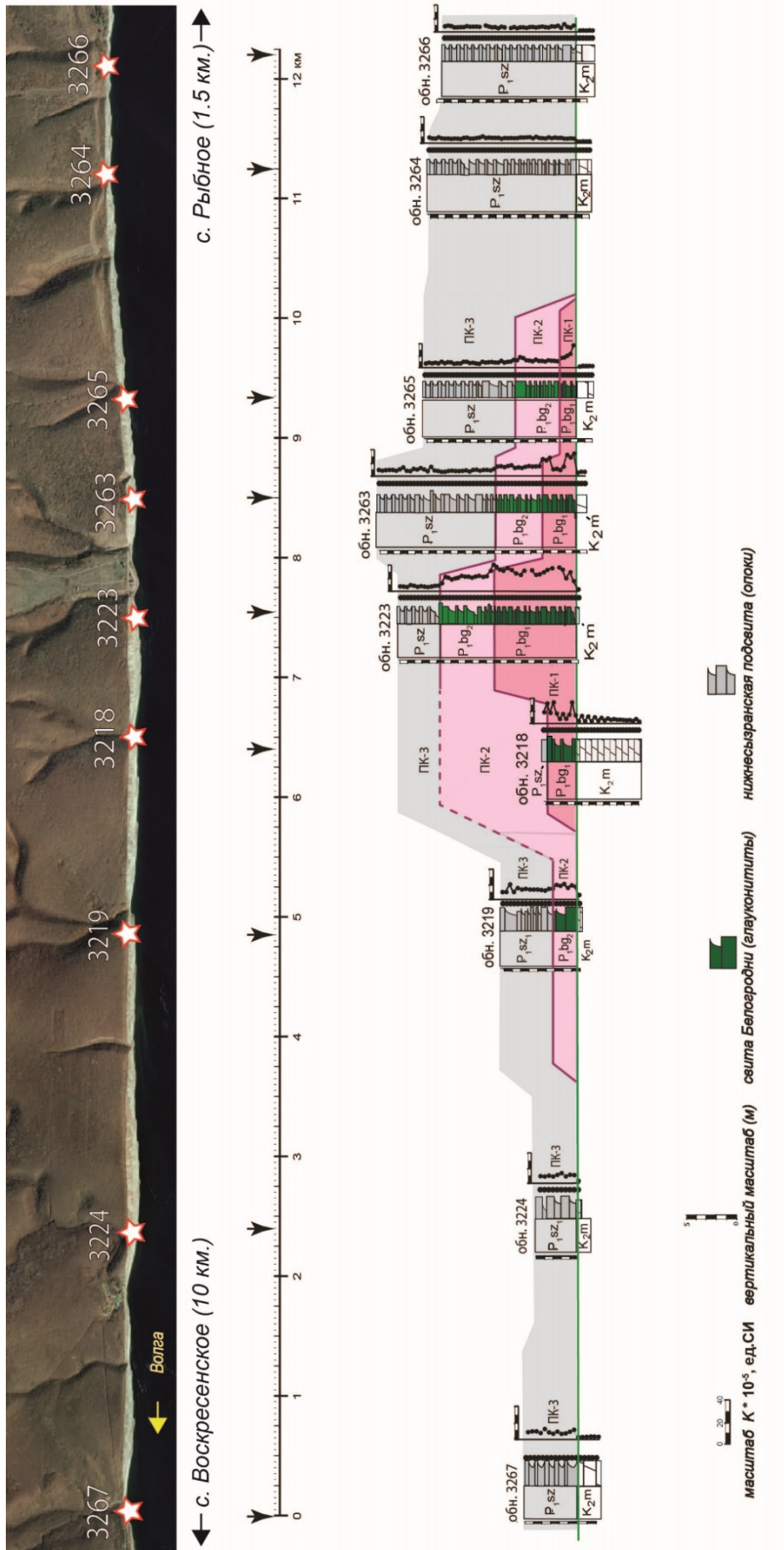


рис. 1. Корреляция палеоценовых отложений по линии с. Воскресенское - с. Рыбное (Вольский район)

Магнитная текстура свиты Белгородни и низов нижнесызранской подсвиты, за исключением обн. 3223 и 3263, характерна для отложений, формировавшихся на пологом склоне: длинные частицы упорядочены вдоль линии простирания поверхности осадконакопления, а короткие оси занимают вертикальное положение (рис. 2). В обнажении. 3223 среднее положение короткой оси смещено на  $13^\circ$  к северу, а длинные ориентированы в направлении СЗ–ЮВ. Подобная текстура возникает при сложении эффектов склона и течения, когда падение склона не совпадает с направлением течения. Магнитная текстура пород в обн. 3263 идеально соответствует первичной текстуре осадков, формировавшихся в спокойной гидродинамической обстановке [Tarling, Hrouda, 1993].

Приняв за основу интерпретации данных АМВ эти модели, на основе анализа магнитных текстур можно реконструировать ряд важных палеогеографических условий, в которых формировались исследуемые отложения.

В обнажениях 3277, 3224 и 3219 направление уклона морского дна изменяется от юго-западного в обн. 3267 до южного в обн. 3219. В обн. 3218 и 3223 точному определению конфигурации склона мешает сильное течение, направленное на юг (короткие оси смещены к северу), но очевидно, что экспозиция склона морского дна сохраняется в южных румбах. Обн.3263 характеризуется магнитной текстурой, свойственной осадкам, формировавшимся в спокойной гидродинамической обстановке. Остальные обнажения (3265, 3264 и 3266) имеют магнитные текстуры, указывающие на пологий уклон дна палеобассейна к юго-востоку (рис. 2).

Таким образом, используя данные по анизотропии магнитной восприимчивости, можно оконтурить наиболее вдающуюся в море часть суши, располагавшуюся в начале палеоцена между обн. 3267 и 3266 (рис. 2). Положение обн. 3223 и, возможно, обн. 3218, вероятно, соответствуют месту впадения крупной реки в море, точнее дельтовым каналам подводной дельтовой равнины, на что указывает наличие сильных течений в южном направлении. Рядом, на месте обн. 3263, располагалась отрицательная форма рельефа морского дна (возможно, результат карстовых процессов по кровле маастрихтских мергелей), в которой отсутствовала активная гидродинамика.

Закономерно, что максимальные концентрации глауконита приурочены к авандельтовой части, где создаются необходимые условия для образования этого минерала, способного формироваться как в присутствии сильного течения, так и в глубоких западинах. Одно из условий - наличие геохимического барьера, вероятно, реализовывалось при смешении относительно теплых речных и холодных морских вод (в начале палеоценовой эпохи в палеобассейне шло кремнистое осадконакопление, которое является индикатором похолодания среды осадконакопления). Выполнение другого условия – наличия вод, богатых железом, обеспечивалось речными водами, которые очевидно были обогащены этим химическим элементом за счет размыва терригенных пород сеномана, нижнего мела и юры, выходящих на поверхность примерно в полусотне километров от района осадконакопления.

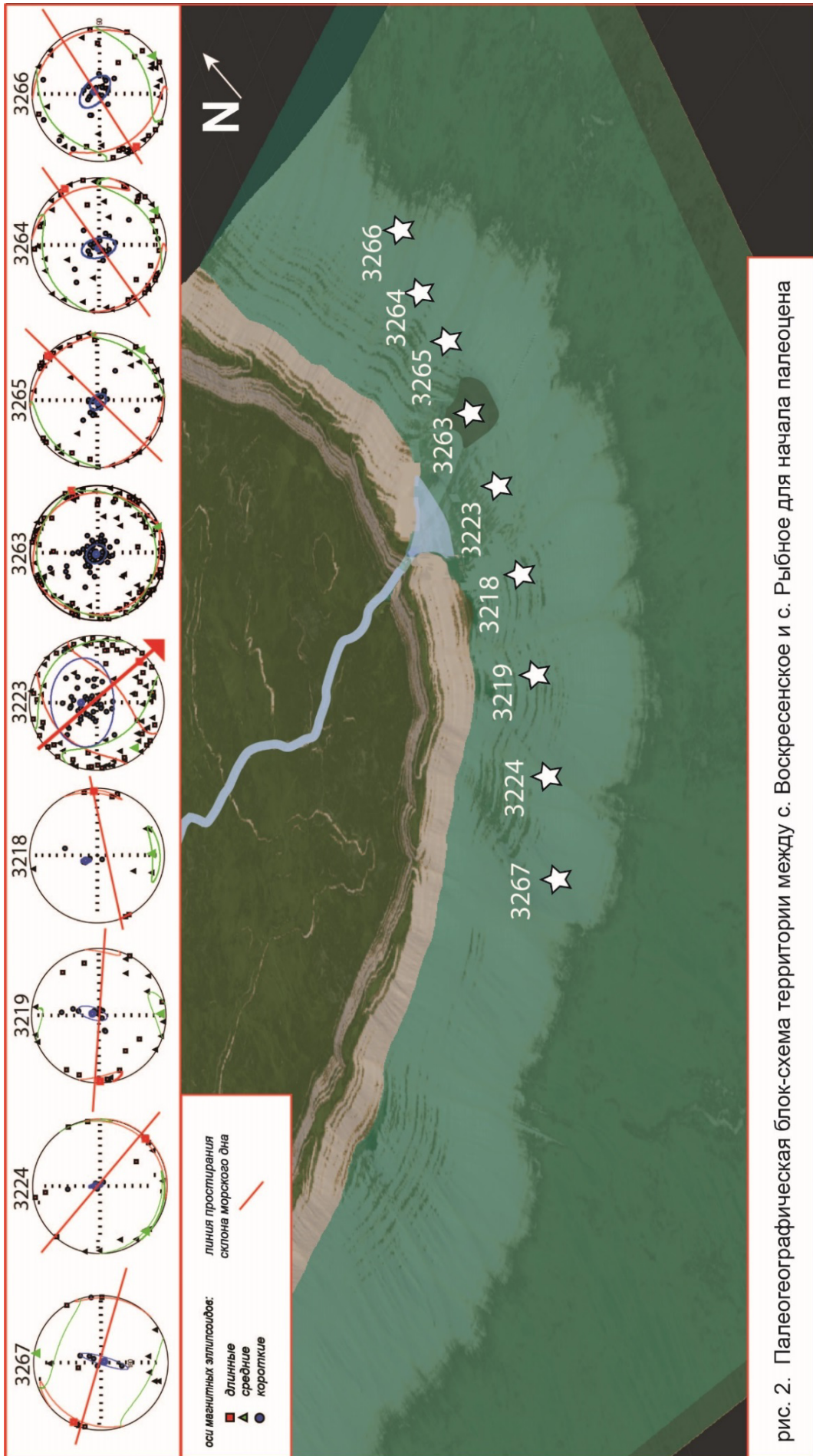


рис. 2. Палеогеографическая блок-схема территории между с. Воскресенское и с. Рыбное для начала палеоцена

Следует отметить, что реконструированная нами конфигурация морского дна для начала датского века (рис. 2) в целом согласуется с генеральным наклоном территории к югу, обусловленным тектоническим погружением Прикаспийской впадины.

*Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда, № 23-27-00159, [https:// rscf.ru/project/23-27-00159/](https://rscf.ru/project/23-27-00159/).*

#### Литература:

Унифицированная стратиграфическая схема палеогеновых отложений Поволжско-Прикаспийского субрегиона / ред.: М.А. Ахметьев, С.М. Шик, А.С. Алексеев; сост.: Г.Н. Александрова, М.А. Ахметьев, В.Н. Беньямовский и др. // М., ФГУП «ВНИГНИ». 2015. 96 с.

*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.

*Шелепов, Д.А., Гужиков, А.Ю.* (2023) Результаты магнитостратиграфических исследований сызранской свиты (палеоцен) разреза Песчаный Умет (г. Саратов) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. Т. 165, кн. 4. С. 524–536.

*Tarling, D.H., Hrouda, F.* The magnetic anisotropy of rocks. London: Chapman and Hall. 1993. 217 p.

## **РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫЕ ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ ПО НИЖНЕЙ ПЕРМИ АДЫГЕИ**

### **Н.В. Кравцов**

Научный руководитель – профессор А.Ю. Гужиков  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, геологический факультет», Саратов, [nik.kravtsov.01@mail.ru](mailto:nik.kravtsov.01@mail.ru), [aguzhikov@yandex.ru](mailto:aguzhikov@yandex.ru)

Во время прохождения первой профильной практики по геофизике в июле 2023 года студенты 2 курса геологического факультета СГУ провели рекогносцировочное палеомагнитное опробование нижнепермских отложений, на территории учебного полигона «Белая речка» Южного федерального университета (Майкопский район, республика Адыгея). Сведения о палеомагнетизме нижнепермских отложений Кавказа ограничены данными по 4 обнажениям, расположенным на Северном Кавказе и Закавказье [Палеомагнитные ..., 1982]. В последнее время палеомагнитные исследования пород, в том числе нижней перми, в пределах Лабино-Малкинской зоны Большого Кавказа начаты коллективами московских геологов из ИФЗ РАН и ГИН РАН [Федюкин и др., 2023].

Нижняя пермь выходит на дневную поверхность в долине р. Белой на участке, протяженностью ~ 8 км, близ п. Гузерипль, где она представлена преимущественно красноцветными терригенными отложениями аксаутской свиты. Азимуты падения пластов варьируют от 156 до 190°, углы падения – от 27 до 42°. Из обнажения с координатами N 44° 2'27.83", E 40°10'11.22" взяты три ориентированных штуфа, представленных разными литотипами: штуф 25 – серый алевролит, штуф 27 – серый полимиктовый песчаник и штуф 28 – красноцветный песчаник. В дальнейшем из штуфов было выпилено 33 образца,

которые подверглись лабораторным исследованиям с целью оценки пригодности пород к получению палеомагнитной информации и возможности ее использования для решения геологических задач.

В состав лабораторных петромагнитных работ входили измерения объемной магнитной восприимчивости ( $K$ ), ее анизотропии (AMB), естественной остаточной намагниченности ( $J_n$ ) и определения гистерезисных параметров по результатам магнитного насыщения – остаточной намагниченности насыщения ( $J_{rs}$ ), поля остаточной коэрцитивной силы ( $B_{cr}$ ). Измерения магнитной восприимчивости проводились на каппабридже – MFK1-FB, остаточной намагниченности – на спин-магнитометре JR-6. Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике [Молоствовский, Храмов, 1997] и заключались в проведении магнитных чисток переменным полем и температурой с последующими замерами  $J_n$ . Для размагничивания образцов использовались установка LDA-3A и печь Апарина соответственно.

По результатам магнитного насыщения в штуфе 25 выявлена только магнитомягкая фаза, характерная для магнетита и титаномагнетитов, а в штуфе 28 – только магнитожестькая, свойственная гематиту и гидроокислам железа. Кривые магнитного насыщения, соответствующие штуфу 27, выходят на пологую ветвь в районе 300 мТл, но не достигают полного магнитного насыщения вплоть до 700 мТл, что свидетельствует о присутствии в них магнитожестьких минералов (вероятно, продуктов окисления магнетита и титаномагнетитов), наряду с доминирующими магнитомягкими ферромагнетиками (рис. 1).

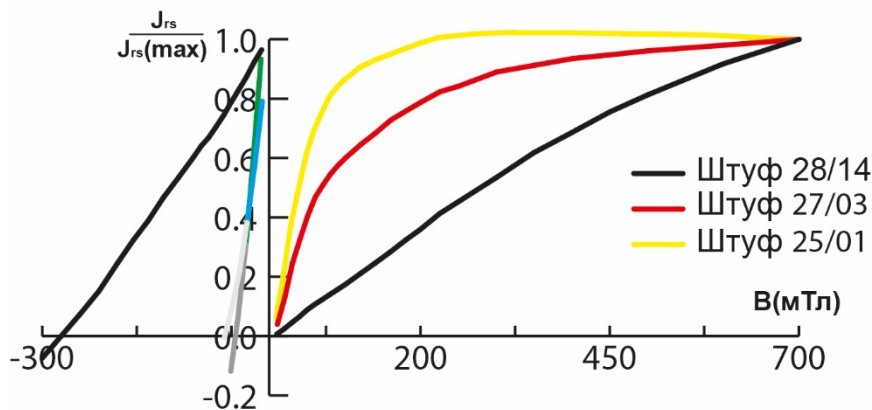


Рис. 1. Результаты магнитного насыщения.

Результаты анализа данных AMB свидетельствуют об уплощенной, но близкой к изометричной форме ферромагнитных частиц (рис. 2а). Распределение осей магнитных эллипсоидов обнаружило четкие закономерности: короткие оси ( $K3$ ) занимают вертикальное или субвертикальное положение, а длинные оси ( $K1$ ) хорошо упорядочены. Подобные магнитные текстуры служат индикаторами направлений тектонический стрессов [Lanza, Meloni, 2006]. Направления ориентировки  $K1$  в штуфах разные (рис. 2б), что свидетельствует о локальных характерах тектонических напряжений.

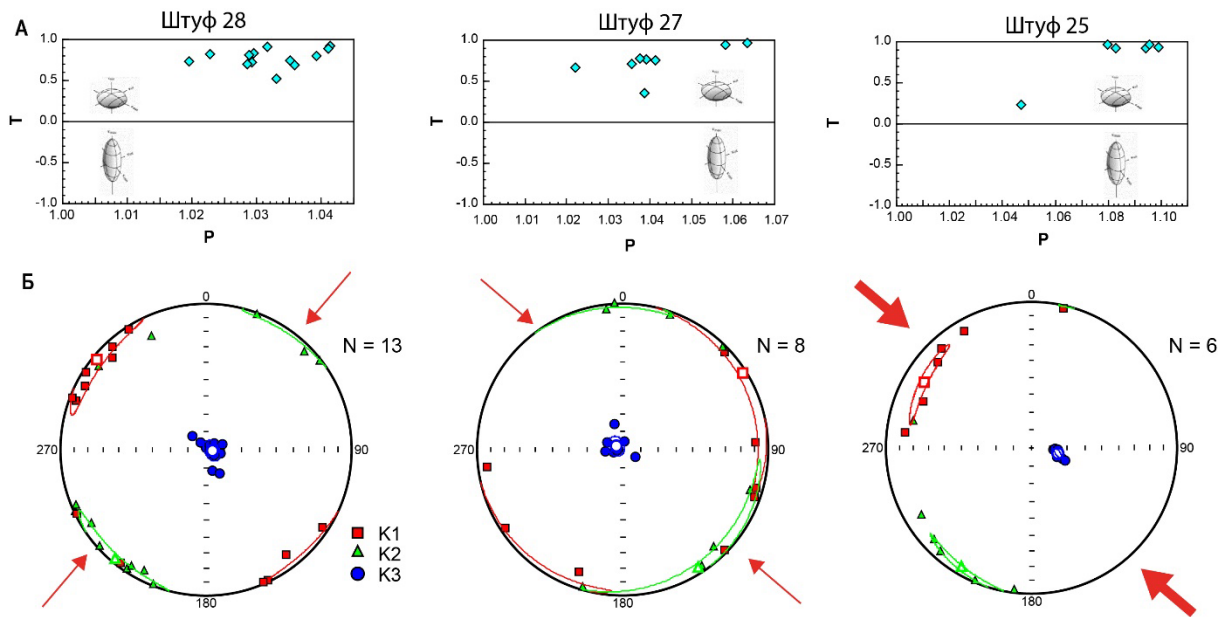


Рис. 2. Результаты анизотропии магнитной восприимчивости: Диаграмма Джелиника (А), Стереопроекции распределения осей магнитных эллипсоидов в палеогеографической системе координат (Б). Красные стрелки указывают на тектоническое сжатие, толщина пропорциональна интенсивности сжатию

Палеомагнитное качество разных штуфов кардинально отличается.

Образцы из красноцветного песчаника (штуф 28) показали хорошее палеомагнитное качество. Единственная компонента намагниченности в них соответствует обратной полярности и, скорее всего, является характеристической (**ChRM**) (рис. 3а).

В штуфе 27 **ChRM** выделить не удалось. В 8 из 10 образцов высококоэрцитивные и высокотемпературные компоненты имеют аномальные направления на верхнюю полусферу в северных румбах, и только в 2 образцах они соответствуют обратной полярности (рис. 3б). Очевидно, в породе присутствует еще одна или несколько компонент  $J_n$ , а регистрируемые аномальные палеомагнитные направления являются их векторной суммой. При этом, как минимум, одна составляющая направлена на верхнюю полусферу и с высокой вероятностью соответствует обратной полярности.

В образцах из штуфа 25 проекции  $J_n$  в процессе размагничивания закономерно смещаются по дугам больших кругов с тенденцией к переходу на верхнюю полусферу (рис. 3в). Это также свидетельствует о наличии в породе другой компоненты с отрицательным наклоном, возможно, также соответствующей обратной полярности поля.

В палеомагнитных шкалах [Дополнения ..., 2000; Gradstein et al., 2020] раннепермскому интервалу соответствует суперхрон (гиперзона) обратной полярности Киама. Поэтому наличие компоненты  $J_n$  обратного знака в нижнепермских отложениях Адыгеи свидетельствует в пользу ее первичности. Таким образом, несмотря на разное палеомагнитное качество, все изученные породы могут оказаться пригодными для решения магнитостратиграфических задач.

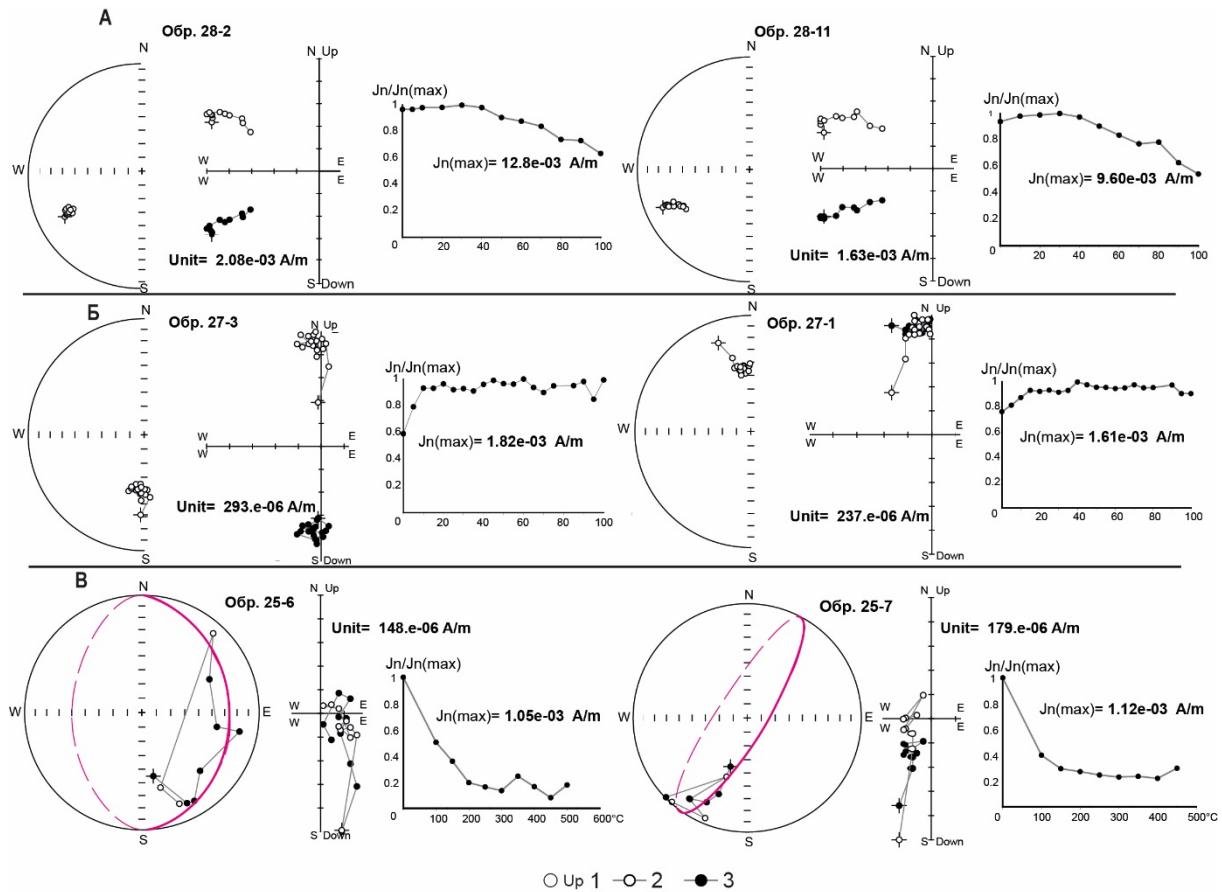


Рис. 3. Результаты компонентного анализа в стратиграфической системе координат: штыф 28 (А), штыф 27 (Б), штыф 25 (В).

Условные обозначения: 1 - проекция на верхнюю полусферу; 2- проекция на вертикальную плоскость; 3 - проекция на горизонтальную плоскость

Красноцветные песчаники характеризуются высокой внутриштыфовой кучностью  $\sim 100$  (рис. 4а), характерной для химической природы намагниченности. Определенные по штыфу 28 координаты палеомагнитного полюса статистически совпадают с положениями полюсов, полученным ранее по нижней перми Северного Кавказа и Закавказья [Палеомагнитные...1982] (рис. 4б). Это обстоятельство также является важным аргументом древнего возраста **ChRM**. Сероцветные породы (штыфы 25 и 27) непригодны для полюсных определений, из-за невозможности выделения в них стабильной компоненты.

По итогам рекогносцировочных исследований можно сделать вывод о наличии благоприятных предпосылок для проведения полноценных палеомагнитных исследований нижней перми Адыгеи с целью решения ряда актуальных геолого-геофизических задач.

1. Нижнепермские красноцветы Адыгеи, скорее всего, пригодны для получения полюсных определений, на которых базируются палеогеодинамические реконструкции. В настоящее время референтная кривая кажущейся миграции полюса для Северного Кавказа отсутствует.

2. Не исключена пригодность нижнепермских отложений Адыгеи для изучения детальной структуры суперхрона (гиперзоны) Киамы – выявления в нем эпох (магнитозон) прямой полярности. Подобные сведения важны как для стратиграфии, так и для геофизики.

3. Данные по анизотропии магнитной восприимчивости нижнепермских пород могут использоваться для анализа геодинамических напряжений на территории их распространения.

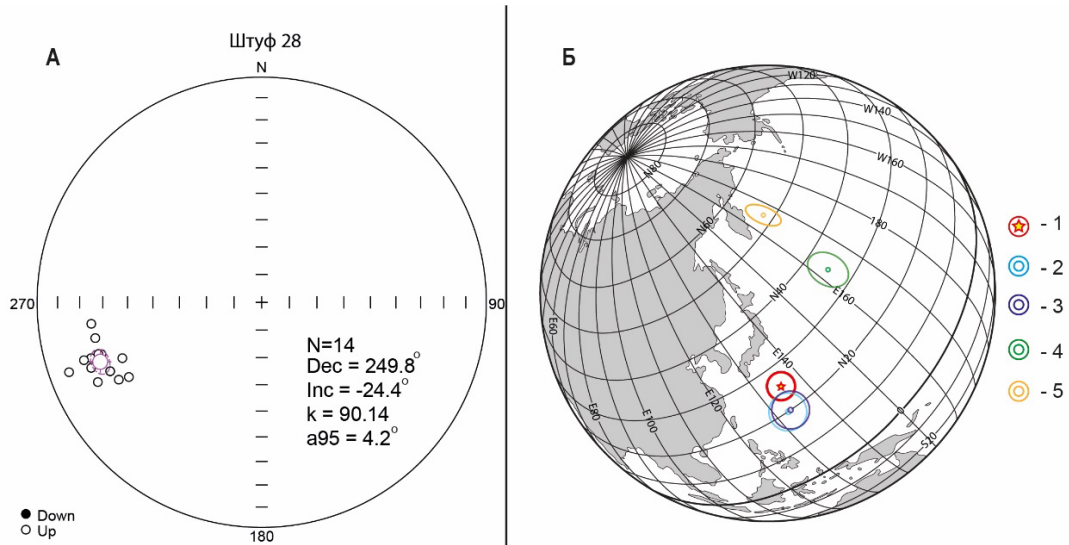


Рис. 4. Распределение **ChRM** (штуф 27) в стратиграфической системе координат (А) и расположение палеомагнитных полюсов (Б).

Условные обозначения: 1. Обнажение ( $P_1$ ) на левом склоне р. Белая, в 5 км ниже по течению от п. Гузерипль (настоящая работа).

2. Обнажение ( $P_1$ ) между селами Верхняя и Нижняя Теберда [Палеомагнитные ..., 1982].

3. Обнажение ( $P_1$ ) левобережье р. Даут севернее пос. Ахалсопели [Палеомагнитные ..., 1982].

4. Обнажение ( $P_1$ ) на р. Кубани [Палеомагнитные ..., 1982]. 5. Обнажение ( $P_1$ ) левый склон долины р. Даут, в 12 км от ее впадения в р. Кубань [Палеомагнитные ..., 1982].

#### Литература:

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 112 с. (МПР РФ, РАН, ВСЕГЕИ, МСК).

Молостовский Э.А., Храмов А.Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. – Саратов, изд. СГУ, 1997. 180с.

Палеомагнитные направления и палеомагнитные полюса. Материалы мирового центра данных Б. Данные по СССР, выпуск 5 // М., 1982.

Федюкин И.В., Шаццлло А.В., Романюк Т.В., Латышева И.В., Донцова К.И., Кузнецов Н.Б. Предварительные палеомагнитные результаты палеозойских и мезозойских пород Лабино-Малкинской зоны большого Кавказа // Всероссийская конференция с международным участием «Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: Сборник тезисов. (Казань, 2-7 октября., 2023 г.) - Казань: Казан. Фед. Ун-т, 2023 г. – 89 с.

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

Lanza R., Meloni A. The Earth's Magnetism: An Introduction for Geologist // Springer. 2006. 278 p.



## МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ КАМΠΑНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНА РЕКИ КАЧА (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)

### А.В. Мельник

Научный руководитель – доцент А.Г. Маникин  
 ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
 государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, геологический  
 факультет», Саратов, melnik.alex2000@gmail.com.

Определение границы нижнего и верхнего кампана в Горном Крыму является одной из актуальных задач современной стратиграфии. В основу работы положены результаты палеомагнитных и петромагнитных исследований опорного разреза кампанских отложений в ЮЗ Крыму на правом склоне долины р. Кача в районе с. Кудрино. Нижняя часть этого разреза была изучена ранее в разрезах Кудрино-2 [Гужиков и др., 2021] и Кудрино-1 [Барабошкин и др., 2024]. Целью работы было получение петромагнитных и палеомагнитных данных по впервые опробованным разрезам Кудрино-3, -4, -5, построение сводного разреза кампана долины р. Качи, а также их геологическая интерпретация, с учетом материалов по разрезам Кудрино-1, -2.

Исследования включали измерения магнитной восприимчивости ( $K$ ), анизотропии магнитной восприимчивости ( $AMB$ ), термокаппы ( $K_t$ ), естественной остаточной намагниченности ( $J_n$ ), остаточной намагниченности насыщения ( $J_{rs}$ ) и ряда расчетных параметров, таких как отношение  $K/J_{rs}$ , приращение магнитной восприимчивости после прогрева образцов до  $500^\circ\text{C}$   $dK=K_t-K$ , и параметр Кенигсбергера ( $Q$ ). Дополнительно измерялась остаточная намагниченность после воздействия на образец размагничивающим полем  $300$  мТл ( $J_{r(-300)}$ ), которая использовалась для расчета параметра  $S = -J_{r(-300)}/J_{rs}$ . В изучаемых разрезах кампана Кудрино -3, -4, -5 фиксируется магнитомягкая фаза с низкими значениями полей магнитного насыщения ( $90$ - $200$  мТл) и коэрцитивной силы ( $20$ - $50$  мТл), типичная для тонкодисперсного магнетита. Аналогичные параметры магнитного насыщения характерны и для разрезов Кудрино-2 и Кудрино-1 [Гужиков и др., 2021; Барабошкин и др., 2024]. В петромагнитном отношении практически все изученные отложения характеризуются минимальной естественной магнитностью:  $K < 2 \cdot 10^{-5}$  ед.СИ. Показатель магнитной анизотропии ( $P$ ), в разрезах Кудрино-3 и Кудрино-5, варьирует от  $1$  до  $4.3$  (в разрезе Кудрино-4 на единичном уровне наблюдается показатель  $18.9$ ). Довольно высокая степень анизотропии ( $P = 2$ - $4.3$ ) в ряде образцов, возможно, связана с наличием пеплового материала.

Палеомагнитные определения проводились по стандартной методике и заключались в проведении магнитных чисток переменным полем ( $h$ -чистки) и температурой ( $t$ -чистки), с последующими замерами  $J_n$ .

В процессе  $h$ -чисток использовались поля до  $20$  мТл, а в отдельных случаях до  $30$ - $40$  мТл. Малые величины  $J_n$  (в среднем  $< 0.03 \cdot 10^{-3}$  А/м) являются причиной невысокого качества диаграмм Зийдервельда, построенных по результатам измерений. Но всё равно, примерно на половине диаграмм разрезов Кудрино -3, -4, -5 удается выделить участки, при аппроксимации которых прямолинейными отрезками максимальный угол отклонения менее  $15^\circ$ . В образцах с  $24$  уровнями выделены характеристические компоненты намагниченности **ChRM**. По результатам термочисток в диапазоне от  $100^\circ$  до  $400^\circ\text{C}$ , с шагом  $50^\circ\text{C}$  **ChRM** выделены на  $18$  уровнях.

Результатом работы стало построение сводного магнитостратиграфического разреза кампанских отложений близ с. Кудрино, на

основе которого уточнен возраст отложений путем сопоставления палеомагнитной колонки со Шкалой геомагнитной полярности [Gradstein et al., 2020] и реконструированы важные особенности осадконакопления на основе анализа петромагнитных характеристик (рис. 1).

Магнитозона обратной полярности  $R_1$  в разрезах Кудрино-2, -1 идентифицирована как хрон **C33r**, ее стратиграфическое значение подробно обсуждалось ранее [Гужиков и др., 2021; Барабошкин и др., 2024]. По результатам настоящих исследований в разрезе Кудрино-3 обнаружена еще одна магнитозона обратного знака –  $R_2$ . Мы отождествляем ее с хроном **C32r** (или частью этого хрона). Тем самым, не дожидаясь палеонтологических данных, решается актуальная задача трансрегиональной корреляции: используя **C32r** в качестве изохронного репера, породы, отложения, слагающие разрез Кудрино-3, по аналогии с разрезами кампана в стратотипической местности, следует датировать зоной *Nostoceras hyatti* по аммонитам и зоной *Globotruncana aegyptiaca* по планктонным фораминиферам.

Данные о магнитных текстурах дают основания предположить, что верхи сводного разреза обогащены вулканогенным материалом, наличие которого фиксируется по высокой степени анизотропии магнитных частиц и обращенной текстуре, являющейся индикатором суперпарамагнитного магнетита, характерного для вулканических пеплов. Закономерности в ориентировке осей магнитных эллипсоидов указывают на проявление коллизионного сжатия.

На основе принципиального сходства вариаций магнитной восприимчивости и параметра  $K/J_{rs}$  по разрезу Кудрино с глобальными трансгрессивно-регрессивными циклами (рис. 1) выдвинута гипотеза о контроле интенсивности терригенного сноса в ЮЗ Крыму эвстатическими колебаниями. Повышенные значения  $K$  и  $K/J_{rs}$ , обусловленные возрастанием концентраций ферромагнетиков и среднего размера ферромагнитных зерен соответственно, отвечают эпохам падения уровня Мирового океана (рис. 1).

#### Литература:

Гужиков А.Ю., Александрова Г.Н., Барабошкин Е.Ю., Рябов И.П. Био-, хемо- и магнитостратиграфия пограничного интервала сантона–кампана разрезов Кудрино и Аксу-дере (юго-западный Крым): проблемы глобальной корреляции и выбора лимитотипа нижней границы кампанского яруса. **Статья 2. Магнито- и хемотратиграфия, обсуждение данных** // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2021. Т. 29. № 5. С. 27-58.

Барабошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю., Александрова Г.Н., Акинин В.В., Рябов И.П., Устинова М.А., Ртищев Н.А., Вишневская В.С. Опорный разрез кампанского яруса (верхний мел) юго-западного Крыма: проблемы подъярусного расчленения и глобальной корреляции // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2024. Т. 32. (в печати)

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

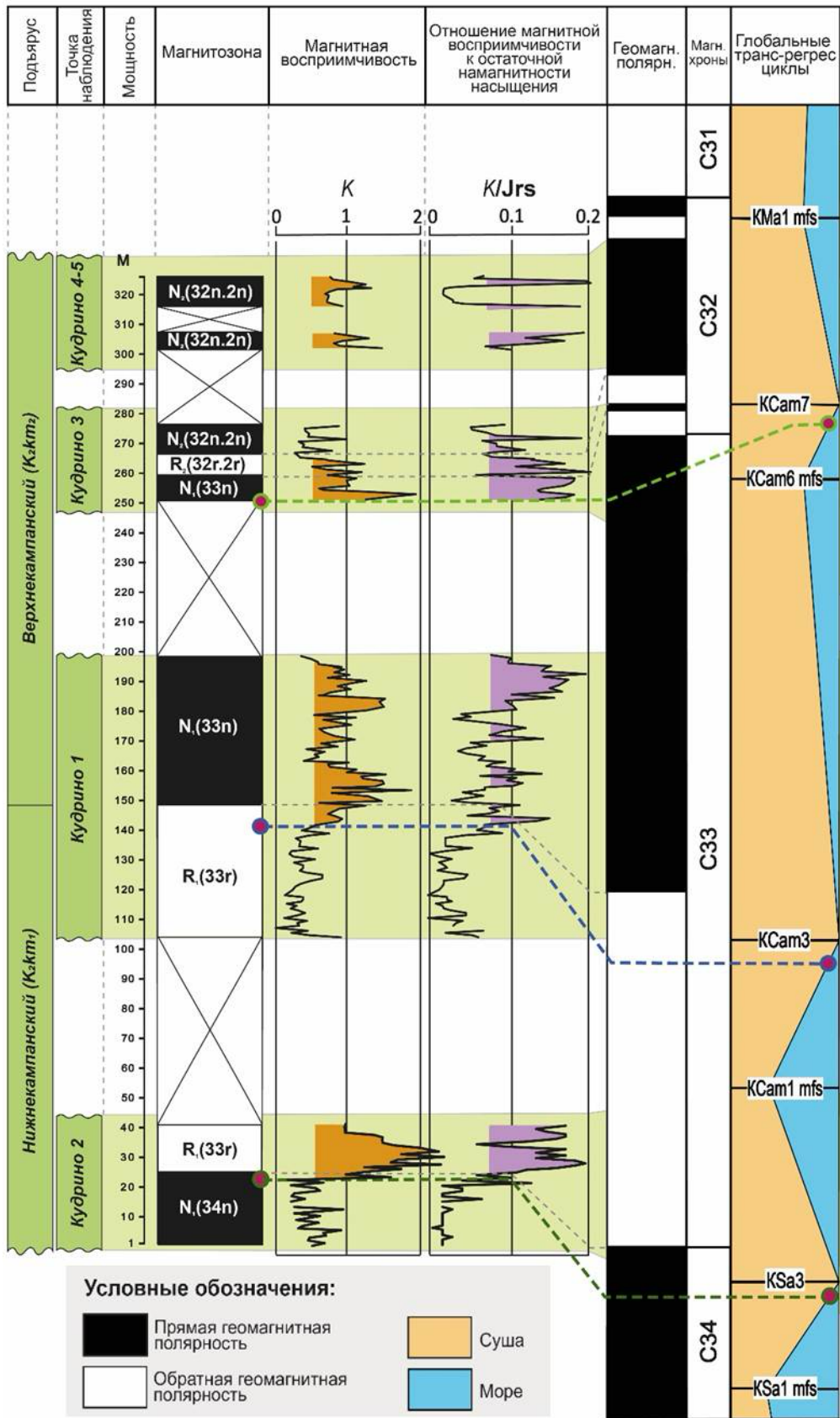


Рис. 1. Сопоставление сводного палео- и петромагнитного разреза кампана Кудрино (ЮЗ Крым) с шкалой геомагнитной полярности и глобальными трансгрессивно-регрессивными циклами [Gradstein et al., 2020].

## СВЯЗЬ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ РЕГИОНА НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОГО УЧАСТКА ПОВОЛЖЬЯ

**В.А. Михайлов**

Научный руководитель – профессор В.А. Огаджанов  
 ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского», геологический факультет, Саратов, [mihaylovap1@yandex.ru](mailto:mihaylovap1@yandex.ru), [ozhva@mail.ru](mailto:ozhva@mail.ru).

Целью исследовательской работы является описание связи скоплений углеводородов с особенностями глубинного строения на примере трёх участков юго-востока Восточно-Европейской платформы Саратовского Поволжья.

Задачей данной работы в пределах исследуемых участков является изучение неоднородностей кристаллического фундамента, структуры его поверхности, а также обоснование возможных источников и путей миграции углеводородных флюидов из нижележащей толщи кристаллического фундамента в вышележащие толщи осадочного комплекса.

Первым исследуемым объектом является Казанлинское месторождение, находящееся в пределах Петровско-Карабулакского вала. На глубинном геолого-геофизическом разрезе (рис.1), в районе Казанлинского вала, на глубине около 6 км находится блок разуплотнённой кристаллической коры, а также ограничивающие этот блок разломы. Описываемые разломы, вероятно всего, является возможными путями миграции углеводородных флюидов из глубоко залегающей разуплотнённой кристаллической коры.

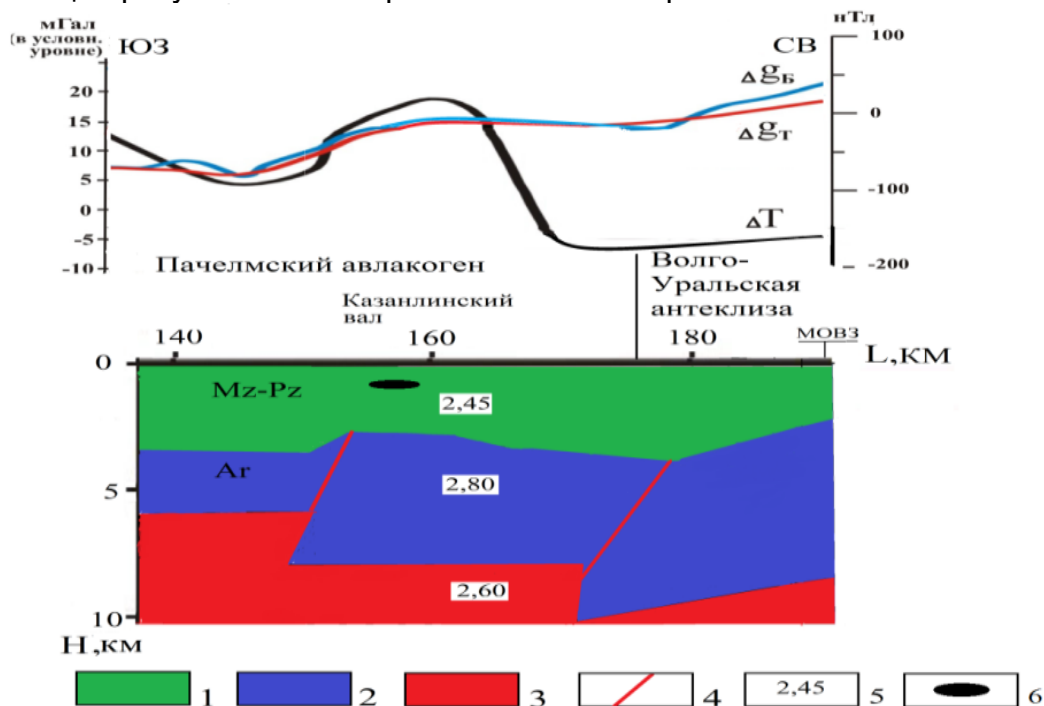


Рисунок 1 – Глубинный геолого-геофизический разрез через зону сочленения Волго-Уральской антеклизы и Пачелмского авлакогена. Условные обозначения: 1 – осадочная толща; 2 – кристаллическая кора нормально уплотнённая; 3 – кристаллическая кора разуплотнённая; 4 – разломы; 5 – величины плотности (\*  $10^3 \text{ кг/м}^3$ ), 6 – залежь углеводородов.

Вторым исследуемым объектом является Восточно-Рыбушанское месторождение, находящееся в пределах Карамышской депрессии. В непосредственной близости с ним были выделены разрывные нарушения.

Третьим исследуемым объектом является Гурьяновское месторождение, которое находится в районе бортовой зоны Прикаспийской впадины, граничащей с Воскресенским блоком на глубине около 1.5 км.

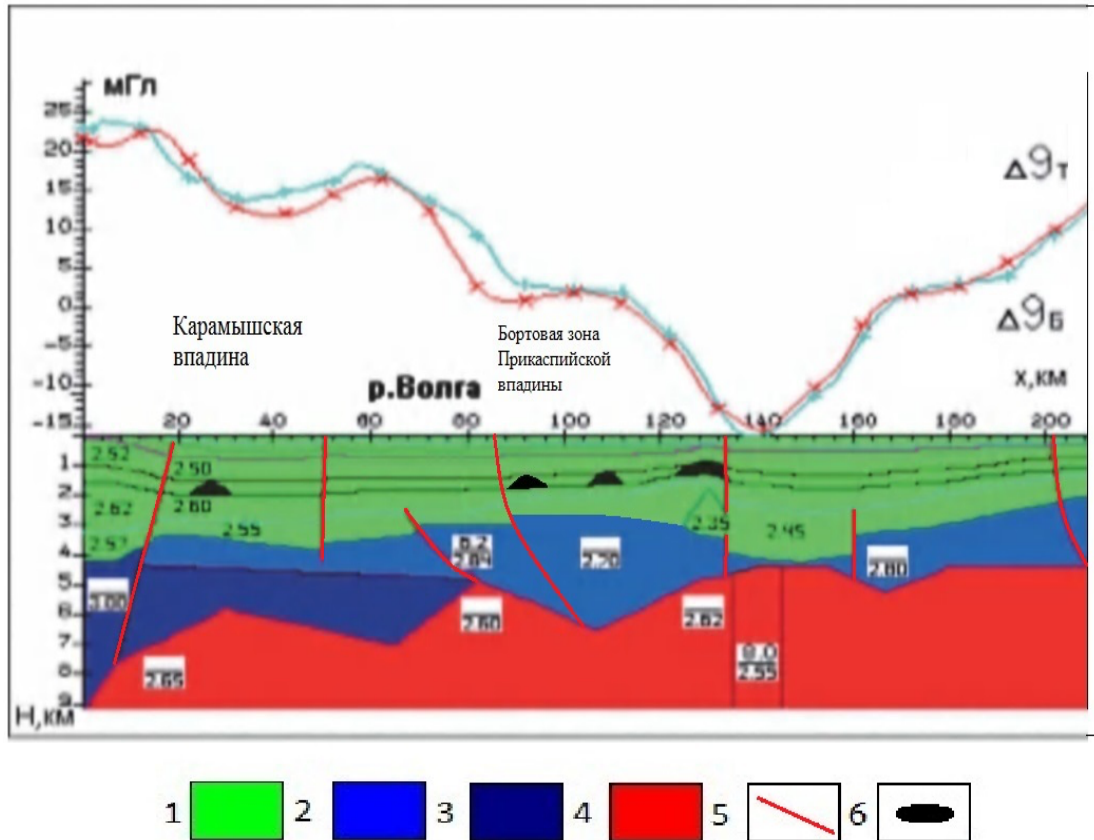


Рис. 2. Геолого-геофизический профиль верхней части земной коры Восточно-Европейской платформы на территории Нижнего Поволжья.

Условные обозначения: 1 – осадочная толща; породы кристаллического фундамента: 2 – нормально уплотненные, 3 – переуплотненные, 4 – разуплотненные; 5 – разломы, 6 – Месторождения нефти и газа.  $\Delta g_B$  – кривая гравитационного поля в редукции Буге,  $\Delta g_T$  – кривая гравитационного поля, рассчитанная от модели.

Здесь в осадочной толще Карамышской депрессии (рис.2) выявлено Восточно-Рыбушанское месторождение, находящееся на глубине около 2 км. Также, на противоположном берегу р.Волги, находится Гурьяновское месторождение. В составе газа данных месторождений было определено наличие таких глубинных газов, как гелий и сероводород, что ещё раз приводит к доказательствам о глубинном происхождении углеводородов.

Данные структуры, аналогично Казанлинскому валу, осложнены многочисленными разрывными нарушениями, которые, в свою очередь, также могут являться каналами для миграции углеводородов (рис. 3).

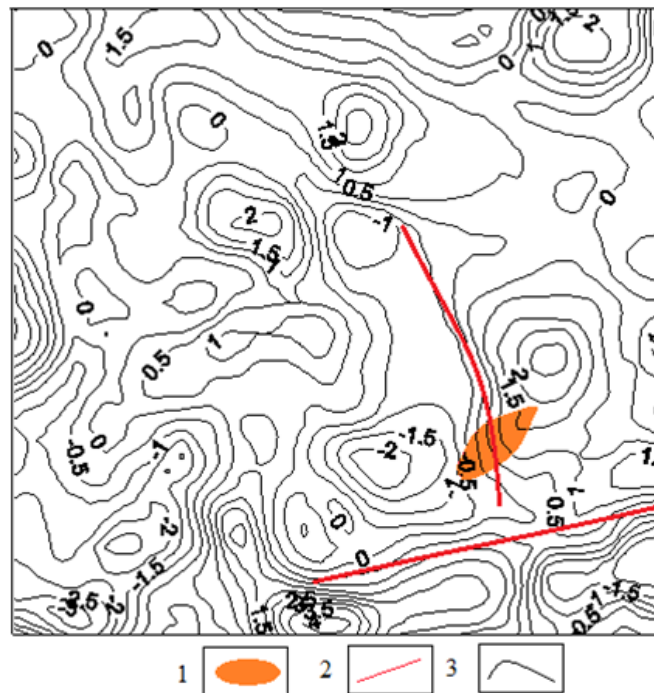


Рис. 3. Карта гравитационный аномалий Восточно-рыбушанского месторождения.

Условные обозначения: 1 – Восточно-Рыбушанское месторождение; 2 – разрывные нарушения; 3 – изолинии гравитационных аномалий.

В ходе исследования геологической природы неоднородностей кристаллического фундамента был определен вещественный состав, слагающих его пород [В.А. Огаджанов, А.В. Огаджанов, 2013; В.А. Огаджанов, Е.Н. Волкова, 2022]. Выявлены схожие геологические условия месторождений углеводородов Казанлинского, Восточно-Рыбушанского и Гурьяновского участков, доказывающие глубинное происхождение углеводородов.

Основываясь на результатах проведенных исследований на Казанлинском, Восточно-Рыбушанском и Гурьяновском участках следует провести дополнительные грави- и сейсморазведочные работы для уточнения структуры осадочной толщи и кристаллического фундамента, оконтуривания зон разуплотнения кристаллического фундамента, выявления и уточнения расположения разрывных нарушений и обоснования постановки поисково-разведочного бурения.

#### Литература:

Огаджанов, В.А., Огаджанов, А.В. Аномалии геофизических полей при дилатации горных пород // Геофизика. 2013. №6. С. 60-65.

Огаджанов В.А., Волкова Е.Н. К вопросу о геологической природе неоднородностей кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22. № 4. С. 262-267.

## **СОПРОВОЖДЕНИЕ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН НА ОСНОВЕ МЕТОДА СРАВНЕНИЯ КАРОТАЖЕЙ**

### **Р.В. Проворнов**

Научный руководитель – доцент Е.Н. Волкова  
*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический  
факультет, Саратов, rovonrp@gmail.com*

В настоящее время большая часть бурения добывающих скважин связано с трудноизвлекаемыми запасами: продуктивные залежи имеют неоднородность, сложное строение и малую мощность. Чтобы добиться положительных результатов при вскрытии продуктивных залежей, используют инновационную технологию – геонавигацию (геологическое сопровождение бурения). Интерпретация данных инклинометрии и каротажа (комплексы M/LWD) в процессе бурения позволяет контролировать траекторию скважины в целевом интервале, что позволяет добиться успешной геологической проводки.

Одним из основных методов в геонавигации является метод сравнения каротажей, который представляет собой сравнение фактических данных каротажа горизонтальной скважины с каротажными данными опорной (соседней) скважины. С помощью данного метода построена траектория и проводилось бурение горизонтальной скважины на Сугмутском месторождении.

Перед построением траектории скважины учитывались данные геологической модели месторождения. Картаж опорных скважин позволяет построить двумерную синтетическую модель вдоль траектории будущей скважины. Во время бурения данные фактического и синтетического каротажа сравниваются для обновления геонавигационной модели. Для построения первоначальной модели были использованы данные опорных скважин. Они выбираются из соседних скважин, свойства пласта в которых схожи со свойствами предполагаемой скважины. Корреляционная схема помогает оценить мощности пластов для строящейся скважины.

Также на корреляционной схеме изображаются маркеры в соседних (опорных) скважинах, которые позволяют судить об ожидаемых изменениях толщин по абсолютной отметке в фактической скважине.

Геонавигационная модель, изображенная на рисунке 1, строится также по данным опорных скважин. Принцип ее построения основан на использовании информации о физических свойствах пластов (естественная радиоактивность пород, сопротивление и пористость), в направлении которых запланировано бурение скважины.

В результате применения метода сравнения каротажей при обработке данных при бурении синтетическая модель постоянно обновлялась: менялись абсолютные отметки, углы падения, цветовая кодировка и толщины пластов. После изменения абсолютной отметки пласта был перестроен профиль скважины с измененными целями. В процессе бурения постоянно отслеживались показания кривых каротажа для оперативного обновления синтетической модели, представленной на рисунке 2, и изменения траектории для проводки скважины в продуктивном пласте.

Таким образом, при бурении в целевом интервале (пласт БС<sub>9</sub><sup>2</sup>) на скважине Сугмутского данные замеров и каротажа позволили своевременно

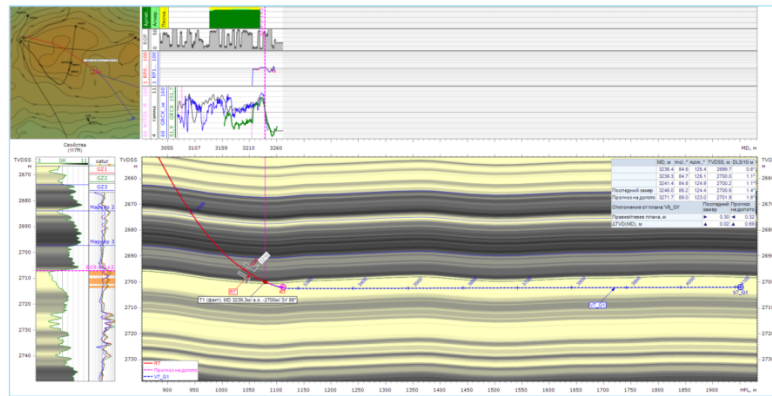


Рис.1. Геонавигационная модель

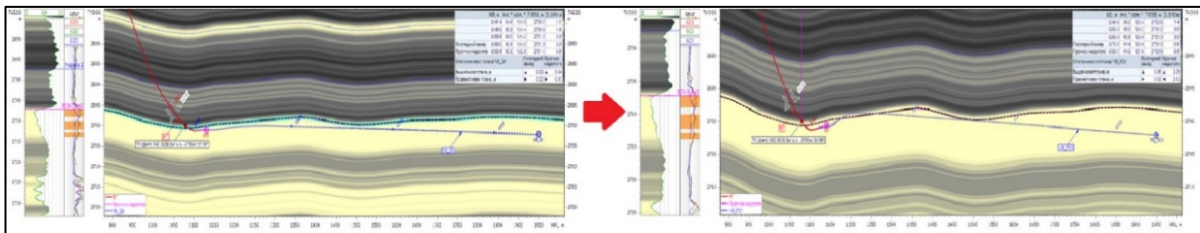


Рис. 2. Изменение геонавигационной модели после перерасчета траектории

управлять траекторий ствола скважины. В процессе бурения геонавигационная модель траектории скважины менялась из сравнения синтетического и фактического каротажей. Из-за этого абсолютные отметки целевого пласта тоже изменялись. Кроме этого, при бурении горизонтального участка по данным каротажа были зафиксированы участки выхода из целевого пласта:

- При забое 3291 м был выполнен перерасчет траектории с выходом на АО=2700 м за минимальное расстояние и дальнейшем бурением на АО=2702 м. Данный перерасчет был выполнен по данным синтетического каротажа по опорной скважине 177R, так как это предполагало изменения угла пласта в двух интервалах;

- При забое 3319 м произошло изменение каротажных кривых: показания гаммы изменились, при анализе шлама было выявлено повышенное содержание аргиллитов. По согласованию с геологической службой было принято решение о выходе на АО=2702,5 м с максимально допустимой интенсивностью;

- После снятия замеров и обработки данных при забое 3741 м по MD был выявлен рост показаний ГК, что свидетельствует о выходе из целевого пласта. В результате было принято решение провести бурение несколько свечей с ЗУ=88,5-89°, чтобы выйти на АО=2703,5 м.



## **СОВРЕМЕННЫЕ КРИТЕРИИ И ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ МОГТ -3D**

**Р.Н. Санников, Н.Н. Баукова**

Научный руководитель – профессор С.И. Михеев  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический  
факультет, Саратов, [baukovann@mail.ru](mailto:baukovann@mail.ru)

В настоящее время площадная сейсморазведка 3D успешно применяется при поисках, разведке и разработки месторождений углеводородов. Ее доля в общем объеме стоимости сейсморазведочных работ неуклонно увеличивается. На Западе она превышает 90 %, в России -70 %. Основная причина, объясняющая расширение масштабов применения сложной и дорогой технологии сейсморазведки 3D, обусловлена тем, что объектами изучения становятся месторождения с все более сложно построенными резервуарами, растут глубины их залегания. В результате повышается риск бурения пустых скважин. Исходя из данных теоретических и экспериментальных исследований такой риск можно значительно снизить применяя сейсморазведку 3D.

Площадные сейсмические наблюдения особенно эффективны в районах со сложными сейсмогеологическими условиями (криволинейные крутопадающие границы, значительное латеральная изменчивость скоростей в перекрывающей толще пород и др.), а линейное профилирование не в состоянии обеспечить достоверные структурные построения для изучаемых интервалов разрезов поскольку лучевые траектории отражённых волн лежат в различно ориентированных плоскостях. Важнейшая особенность сейсморазведки 3D – высокая плотность точек ОГТ (ОСТ) и широкий набор азимутов подхода лучевых траекторий отражённых волн к точке регистрации позволяет избежать серьёзных ошибок, наблюдающихся при проведении линейного профилирования и более надёжно проследить малоразмерные нефтегазоперспективные объекты.

Естественно, высокая геологическая эффективность площадной сейсморазведки может быть достигнута лишь в случае обеспечения высокого качества полевых материалов. Это определяет актуальность вопросов обоснования оптимальных систем полевых наблюдений 3D, обеспечивающих достаточное для решения поставленных геологических задач качество полевого материала при минимальных затратах на производство полевых работ.

Для обоснования оптимальной полевой системы сейсмических наблюдений 3D необходима следующая информация:

- минимальные и максимальные глубины сейсмических горизонтов, имеющих нефтепоисковый интерес;
- наибольшие ожидаемые углы наклона отражающих границ;
- интервальные скорости в изучаемом геологическом разрезе;
- ожидаемые размеры искомых объектов по горизонтали;
- физико-географические условия проведения работ,
- имеющиеся финансовые ресурсы.

На основе анализа указанной информации определяются вид и характеристики системы наблюдений с оптимальными параметрами:

1. ориентация линий возбуждения и приёма;
2. расстояние между линиями возбуждения и приёма;
3. количество активных сейсмических каналов и их распределение по линиям приёма;

4. количество ПВ в линии возбуждения в расчете на один шаблон;
5. способ перекрытия при перемещении шаблона и направление перемещения шаблона.

В настоящее время наиболее распространенными являются равномерные регулярные площадные системы наблюдения, чаще всего - крестовая расстановка. Такой шаблон основан на одновременной регистрации  $n$ -ым количеством линий приема (от 2-х до 8-12). При этом линии источников располагаются под прямым углом к линиям приема с определенным интервалом (обычно от 200 до 800 м). Помимо расстановки типа «крест» применяются, но значительно реже, неортогональные, неравномерные сети наблюдений: «радиальные», «кнопка», «кирпич», «зигзаг» и др.

Характеристики этих систем корректируются с учётом физико-географических условий изучаемой территории и, основываясь на определенных критериях, оптимизируются. Основными среди таких критериев и наиболее распространенными в практике являются:

- равномерность распределения поля кратности по площади;
- равномерность распределения удалений в бине и в ряду бинов;
- равномерность распределения азимутов лучевых траекторий в бине и в ряду бинов;
- соответствие шага сети точек исследования и удалений изучаемым объектам.

Для повышения наглядности результатов анализа выбранной системы на предмет ее оптимальности практически всегда строят множество диаграмм, в том числе:

- распределение удалений и азимутов в сейсмограммах ОСТ по площади;
- распределение кратности по удалениям в сейсмограммах ОСТ по площади;
- распределение количества трасс по удалениям;
- распределение кратности по количеству бинов;
- распределение азимутов по количеству трасс;
- распределение количества трасс по азимутам и удалениям;
- распределение ближних и дальних удалений;
- распределение удалений в параллельных рядах бинов.

По мнению автора тезисов в состав критериевоптимальности систем площадных сейсмических наблюдений целесообразно ввести дополнительно еще два:

- согласованность характеристик направленности системы наблюдений и источника;
- минимизация «отпечатка» особенностей системы наблюдений в получаемых результатах.

Предлагаемые дополнительные критерии иллюстрируются результатами математического моделирования обсуждаемых систем с использованием специальной программы 3DSYSTEMS разработанной на кафедре геофизики СГУ. На приведенном рисунке 1 демонстрируется фрагмент интерфейса указанной программы, на рис.2 - частный результат одного из проведенных вычислительных экспериментов (I – вибрационный сигнал в источнике; II – тот же сигнал, искаженный интерференционной системой с характеристиками, приведенными на рис.1). Из сопоставления приведенных на рис. 2 сигналов следует, что среднечастотные и высокочастотные составляющие сигнала сильно подавлены из-за неудачно выбранного группирования элементов полевой интерференционной системы. Это дает основания констатировать не

оптимальные свойства последней по причине рассогласованности характеристик системы наблюдений и источника. Так как обсуждаемые искажения закономерно меняются в зависимости от взаимного расположения групп источников и приемников апертура выбранной системы наблюдений отразится (создаст «отпечаток») в результатах съемки 3D.



Рис.1. Фрагмент интерфейса программы 3DSYSTEMS (задание характеристик системы наблюдения)

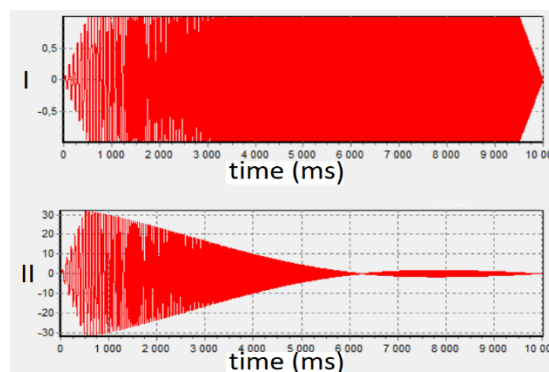


Рис 2. Иллюстрация искажений вибрационного сигнала полевой интерференционной системой 3D  
 I – вибрационный сигнал в источнике; II – тот же сигнал, искаженный интерференционной системой с характеристиками, приведенными на рис.1

В завершение автор считает необходимым подчеркнуть, что даже оптимальные системы сейсмических наблюдений 3D не гарантируют получение высоко достоверной геологической информации без применения 3D миграции. Эта процедура имеет в площадной сейсморазведке принципиальное значение. Без включения ее в граф обработки 3D сейсморазведка лишь обеспечивает удобство интерпретатору и позволяет обратить внимание на мелкие детали волновой картины.

## СТРОЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ РИФОВ

### З.П. Строкина

Научный руководитель – доцент В.В. Гусев

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,

Самара, [zlata1234554321333@mail.ru](mailto:zlata1234554321333@mail.ru)

Коралловые рифы - сооружения из органогенных известняков, расположенные близ уровня моря или на небольших глубинах в прибрежной зоне тропических морей либо в мелководных теплых морях. Они представляют собой массивные отложения кальцита (известняка), образовавшегося из скелетных остатков некоторых колониальных морских организмов – растений и животных, – среди которых выделяются мадрепоровые кораллы и кораллиновые водоросли. Выделяют 3 типа коралловых рифов: береговые (окаймляющие), барьерные, атоллы.

Термин "риф" означает в океанологии подводное возвышение дна моря. Возникает в результате разрушения скалистых берегов или роста коралловых построек, достигающих поверхности моря. Ископаемый риф - захороненная в толще горных пород органическая постройка, четко обособленная от вмещающих пород. Рифы древние образуются в результате жизнедеятельности сообщества древних организмов (водорослей, кораллов, стоматопоров и др. биоценозов), живших в тот или иной период геологического времени в морском бассейне. Рифы древние представлены карбонатным массивом, образованным остатками вымерших организмов. С погребенными рифами связаны месторождения нефти и газа.

Коралловые рифы как биоценозы отличаются очень большой биомассой и продуктивностью населяющих их организмов, а известняки, слагающие их, обычно пористы и кавернозны. При переходе в ископаемое состояние рифовые массивы становятся благоприятной средой для образования нефти и газа, а пористость и кавернозность известняков делает их хорошими коллекторами. Пример месторождения нефти: в Предуральском прогибе в Ишимбаевском районе.

Ишимбайское месторождение нефти - первое месторождение углеводородов, открытое в Башкортостане. Расположено на территории Ишимбайского района. Представляет собой связку из шести погребенных барьерных рифовых массивов нижней перми, расположенной на западном борту Бельской депрессии. Протяжённость 8,5 км, ширина до 2 км. Нефтеносны известняки артинского яруса. Глуб. залегания продуктивных отложений 255–1200 м. Нефть тяжёлая (плотн. 0,881 г/см<sup>3</sup>), маловязкая (2–3 МПа\*с), сернистая (до 1,9%), газонасыщенность 127 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>; дебит нефти 0,4–86,8 т/сут, жидкости 0,1–86,8 т/сут. Открыто и введено в разработку в 1932.

Изучение строения рифов важно для дальнейшего исследования перспектив их нефтегазоносности. В строении ископаемых рифов выделяют следующие фациальные зоны: рифовое (биогермное) ядро, краевая зона биогермного ядра, рифовый склон (шлейфовые отложения склона).

Для изучения нефтегазоносности рифов применяются различные методы исследования. Например это: сейсмическая съемка, бурение скважин, геохимические исследования, гидрохимические моделирования, петрофизические исследования.

Изучение рифов и их влияния на нефтегазоносность является важным направлением геологических исследований, позволяющим разрабатывать эффективные стратегии поиска и добычи углеводородов. Дальнейшие

исследования в этой области могут привести к открытию новых нефтегазовых месторождений и оптимизации их эксплуатации.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОСЕЙСМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СЛОЖНЫХ СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

### Д.В. Федулеев

Научный руководитель – профессор С.И. Михеев  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический факультет, Саратов, dvfeduleev@gmail.com

В докладе освещаются результаты вычисления построенных моделей теоретических волновых полей и их предварительный анализ на предмет установления особенностей отображения в полях спектральных сейсмических характеристик коллекторов в верхнетурнейско-визейском интервале разреза на примере Бузулукской впадины [Михеев, 2014].

При расчете теоретических волновых полей была задана система наблюдений, соответствующая системе, использованной при отработке производственных профилей [Бат, 1980]. Расчет выполнен для центральной системы наблюдений с расстояниями между пунктами взрыва 50, а между пунктами приема – 25 метров. Максимальное удаление взрыв прибор - 6150 м. Моделировался импульсный источник колебаний с частотой - 40 Гц, расположенный на линии наблюдения. Длительность записи 4 секунды при шаге дискретизации по времени – 2 мс. Общий объем моделирования составил 269 сейсмограмм (каждая 491 канал).

Пример для сейсмогеологической модели в которой коллектор предусматривался приведен на рисунке 1, отмечены положения опорных отражающих горизонтов Т, Д, то есть кровля и подошва целевого интервала разреза, а область коллектора выделена красным прямоугольником.

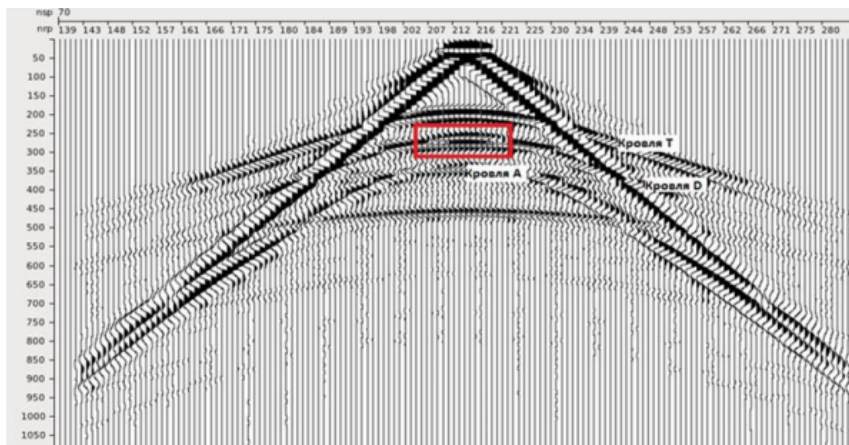


Рис. 1. Синтетическая сейсмограмма ОПВ

Наприведенной теоретической сейсмограмме видны многочисленные отраженные, преломленные и дифрагированные волны. Тонкая слоистость верхнетурнейско-визейского целевого интервала разреза между отражающих горизонтов Т и Д не видна. Ниже этого интервала при задании в модели коллектора волновая картина становится несколько сложнее за счет повышения амплитудной выраженности непротяженных квазигоризонтальных осей

синфазности и усложнением формы границы D. В целом волновые картины для случаев, когда в модели задаются коллектора или таковые отсутствуют очень похожи и на практике, учитывая наличие многочисленных помех, опознать их не удастся [Городков,2002]. Было сделано предположение, что наличие или отсутствие коллекторов более контрастно проявится в атрибутах сейсмических записей. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты вычисления характеристик

Атрибут	СГМ2	СГМ3	Разница в значениях атрибута для моделей в %
Fв	1.000	0.890	8,9
Fн	0.994	1.000	0.60
Fш	1.000	0.910	9.00
A ср	0.972	1.000	3.88
Kз	0.955	1.000	4.50
Kсум	0.956	1.000	4.40
Котр40	0.982	1.000	1.80
Котр80	0.977	1.000	2.30
F ср	1.000	0.897	10.30

Анализ содержимого таблицы показывает, что изменения изученных атрибутов сейсмических записей при включении в модель коллекторов относительно невелики. Лишь для верхней граничной частоты спектра отражения от верхнетурнейско-визейского комплекса пород (Fв), ширины спектра (Fш), а также осредненного значения мгновенной частоты ниже верхнетурнейско-визейского интервала разреза (Fср) близки к 10%. Ответить на вопрос можно ли такие изменения выявить и использовать при выделении коллекторов возможен при проведении дополнительных исследований по определению дисперсий атрибутов по полевым записям.

Актуальность такого анализа определяется тем, что с его помощью можно повысить надежность выделения нефтегазоперспективных объектов и, тем самым, с большей надежностью готовить к глубокому бурению нефтегазоперспективные структуры.

#### Литература:

*Михеев С.И.* Прогнозирование состава и свойств горных пород по сейсмическим данным // Саратов, «Научная книга». 2014. С.145.

*Бат, Маркус.* Спектральный анализ в геофизике. Пер. с англ. М.: Недра. 1980. С. 535.

*Городков А.Б.* Модельное исследование точности структурных построений на стадиях доразведки месторождений нефти и газа // Геофизический вестник. 2002. С. 125.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ COMSOL MULTIPHYSICS

**А.А. Фонин**

*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический факультет, Саратов, fonin.a@mail.ru*

Зачастую при разработке новых методов [Фонин, Часть 1, 2023; Фонин, Часть 2, 2023] требуется большое количество ресурсозатратных натуральных экспериментов. По этой причине на начальном этапе исследований подобные эксперименты целесообразнее провести с использованием компьютерного моделирования.

С целью получения экспериментальных сейсмограмм максимально приближенных к сейсмограммам, полученным в ходе полевых работ, реализован численный эксперимент в программном комплексе ComsolMultiphysics, моделирующий возбуждение и распространение акустической волны в слоистом упругом пространстве, учитывающий акустомеханические свойства слоев, таких как плотности, скорости продольной и поперечной акустических волн и добротности.

После обзора возможностей программного комплекса Comsol Multiphysics [Акустика, 2020] был выбран модуль Акустика и физический интерфейс Elastic Waves, Time Explicit для моделирования распространения упругих волн в линейных упругих средах [Ground Motion..., 2020; Isotropic-Anisotropic..., 2020; Propagation of Seismic..., 2020]. Данный интерфейс используется для моделирования нестационарного распространения упругих волн в линейных упругих материалах, для расчета поля скоростей ( $v$ , м/с) и деформаций ( $E$ ) в твердых телах с распространяющимися упругими волнами от произвольных источников в зависимости от времени. Интерфейс основан на разрывном методе Галеркина (dG или dG-FEM) и использует решатель с явным временем.

Модель слоистой структуры реального разреза горных пород представляет собой двумерное изотропное линейное упругое полупространство (рис. 1), с заданием необходимых свойств, и моделирование распространения сейсмоимпульса под действием вертикальной нагрузки, приложенной к точке на верхней границе полупространства.

Полупространство моделировалось как прямоугольник шириной 500 м и высотой 1100 м, начало системы отсчета с координатами (0;0) находится в середине верхней границы (рис. 1, слева).

Отражения волн, которые достигают внешних (нижней, правой и левой) границ, подавляются добавлением поглощающих слоев (Absorbing Layers) толщиной 5 м слева, справа и снизу прямоугольника (рис.1, слева). Кроме того, на внешнюю поверхность накладывается граничное условие слабого отражения границы (Low-Reflecting Boundary). Такое моделирование позволяет уменьшить размеры модели, не получая при этом артефактов измерений, которые могут быть вызваны близким расположением границ, в частности - многократное отражение.

Контрольные точки моделируют приемники сейсмосигналов (Pr1 и Pr2). В модели глубина зоны малых скоростей (ЗМС) принята 15 м, а контрольные точки располагаются на глубине 50 м и 80 м на вертикальной линии, проходящей через начало координат (рис. 1, слева).

Одним из важнейших этапов численного моделирования является разбиение модели на конечные элементы (рис. 1, справа). На сегодняшний день

программное обеспечение может в автоматическом режиме рассчитать и построить сетку очень высокого качества. Однако максимальный размер конечных элементов является важным параметром с точки зрения физических основ распространения акустической волны. Размер элемента должен быть меньше, чем возможная длина волны для адекватного представления физических процессов. Поэтому моделирование сетки проводилось в автоматическом режиме с заданием максимального размера элемента для каждого объекта (слоя) согласно длине волны.

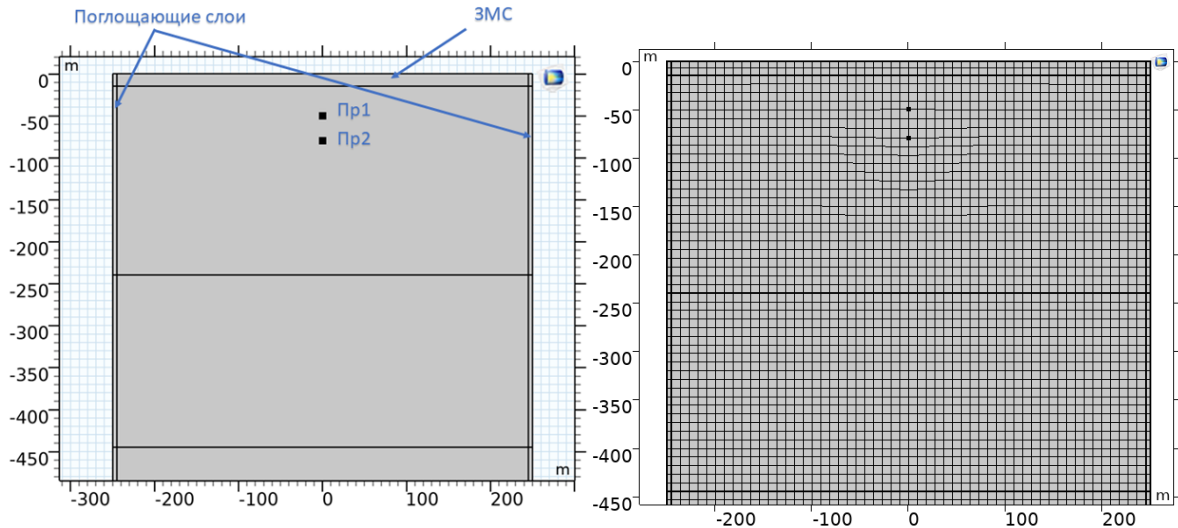


Рис. 1. Область моделирования, расположение приемников, ЗМС и поглощающих слоев (слева) и разбиение модели на конечные элементы (справа). Пр1 и Пр2 – точки, моделирующие приемники акустического сигнала.

Верхняя граница полупространства остается свободной, за исключением нагрузки в начале системы координат. Входной импульс накладывается на верхнюю границу полупространства и задается произведением двух функций.

Первая функция задает форму и амплитуду входного импульса в зависимости от времени:

$$F_{in}(t) = F_0 \frac{1 - e^{-\frac{9t}{T_{imp}}}}{1 + e^{-9\left(\frac{t}{T_{imp}} - 1\right)}} \cdot \sin(2\pi f_{imp} t),$$

где  $t$  – время,  $T_{imp}$  – длительность входного импульса,  $f_{imp}$  – центральная частота источника. Были выбраны следующие параметры входного импульса:  $F_0 = 500$  кН,  $T_{imp} = 0,01$ с;  $f_{imp} = 100$  Гц.

Вторая функция описывает зависимость входного импульса от координат:

$$\frac{1}{\pi dS} e^{-\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{dS}},$$

где  $x$ ,  $y$  – текущие координаты (м),  $x_0$  и  $y_0$  – координаты точки начала распространения импульса,  $dS$  – коэффициент расширения ( $1/m^2$ ).

Так как выбранный интерфейс вычисляет только скорость колебания узла решетки и деформацию, то для расчета смещения требуется решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Уравнение формулируется на основе того, что скорость представляет собой производную по времени от смещения. Решение ОДУ в Comsol осуществляется путем добавления дополнительного интерфейса ODE and DAE Interfaces. В этой модели это ОДУ решается только в контрольных точках.



Характеристики модели были взяты из работы [Конценебин, 1999], которая посвящена изучению теоретических и методических основ геофизического моделирования ловушек нефти и газа, решению прямой и обратной задачи для реальных разрезов с различными физико-геологическими параметрами. Параметрические характеристики модели представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физические характеристики разреза горной породы

Мощность слоя, м	15	240	205	150	105	20	8	75
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500	2000	4670	2950	6000	5200	4760	6250
Скорость продольной волны, м/с	1800	2000	2500	2400	2600	2550	2500	2650

Далее (рис. 2) приведены результаты моделирования распространения акустической (сейсмической) волны при взрывном возбуждении в различные моменты времени в восьмислойной структуре с параметрами слоев, представленными в таблице 1.

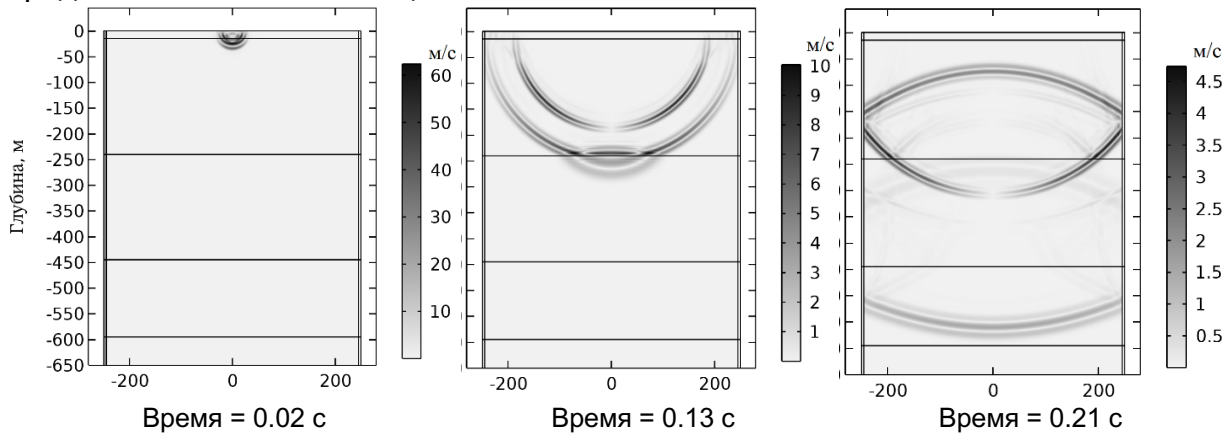


Рис. 2. Результат моделирования распространения акустической волны в различные моменты времени. Градиент цвета показывает скорость колебания узла решетки.

Полученные сейсмограммы в точках расположения приемников для многослойной структуры, представлены на рис. 3.

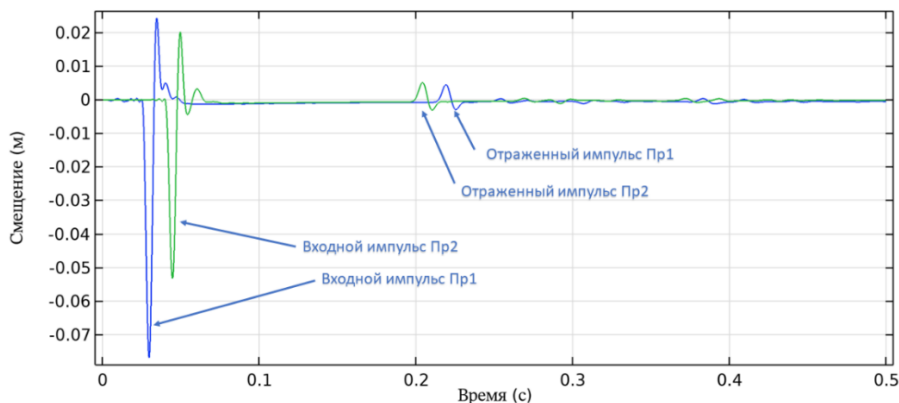


Рис. 3. Зависимость смещений среды, возникающих в результате воздействия акустической волны, от времени в контрольных точках, имитирующих расположения приемников.

Анализ графиков на рис. 3 показывает, что волна убывает с расстоянием, поэтому входной импульс на приемнике Пр2, который расположен ниже приемника Пр1, имеет меньшую амплитуду. Также можно отметить, что при

отражении полярность импульса меняется по причине отражения акустической волны от оптически более плотного слоя.

Таким образом, результаты исследования подтверждают возможность успешного применения разработанной модели в программном комплексе Comsol для анализа распространения акустических волн в слоистой среде. Это открывает новые перспективы для использования данной модели в качестве натурального эксперимента при разработке новых методов сейсморазведки, что может значительно улучшить эффективность и точность проведения геофизических исследований.

#### Литература:

Акустика [Электронный ресурс] // *COMSOL Multiphysics*: [сайт]. URL: <https://www.comsol.ru/acoustics-module> (дата обращения: 29.04.2020).

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.

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. 2023. Т. 9. № 1(33). С. 92-106.

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. 2023. Т. 9. № 2(34). С. 139-152.

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: 10.05.2020).

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: 10.5.2020).

Propagation of Seismic Waves Through Earth [Электронный ресурс] // *Application Gallery*: [сайт]. URL: <https://www.comsol.com/model/propagation-of-seismic-waves-through-earth-9038> (дата обращения: 10.5.2020).

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ МОРСКИХ ЛИЛИЙ ОТРЯДА ROVEACRINIDA В ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕГО И СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

### **Р.В. Ханин**

Научный руководитель – доцент Е.А. Калякин  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет Н.Г. Чернышевского», геологический  
факультет, г. Саратов

В верхнемеловых отложениях Среднего и Нижнего Поволжья морские лилии представлены, как правило, разрозненными скелетными элементами,

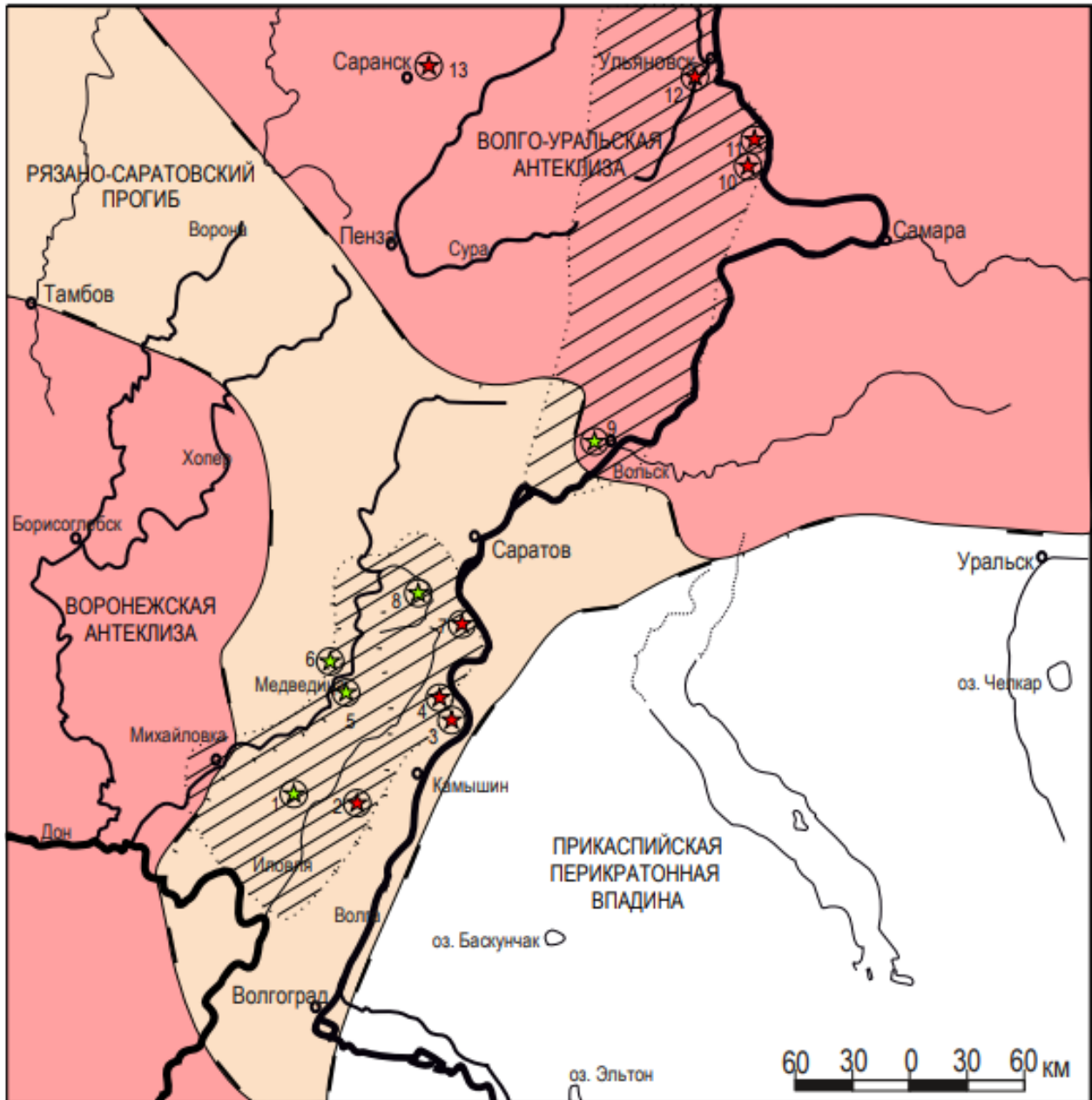
которые характеризуются широким стратиграфическим диапазоном и площадным распространением. Их мелкоразмерные остатки установлены в большинстве изученных микрофаунистических проб из карбонатных пород верхнего мела региона. Заметным потенциальным значением для биостратиграфии верхнемеловых отложений обладают представители отряда *Roveacrinida* Sieverts-Doreck, 1953.

*Roveacrinida* – пелагические бесстебельчатые небольшого размера морские лилии, распространенные всесветно. На данный момент меловые формы объединены в 26 родов, которые встречаются 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), Ямайка (Selden, 2011). В настоящее время *Roveacrinida* являются важным биостратиграфическими маркерами верхнемеловых отложений многих регионов, где один вид характеризует детальный геохронологический диапазон. На основании последовательной смены видов в альбских – кампанских отложениях Англо-Парижского бассейна выделено 53 биостратиграфические зоны: 12 в альбе, 5 в сеномане, 13 в туроне, по 6 - в коньяке и сантоне и 11 в кампане [Калякин, 2023].

При изучении разрезов Поволжья, для выделения остатков криноидей применялись стандартные методики микропалеонтологических исследований. Большинство образцов отбиралось с интервалом 0,5 м, весом 2 кг. Далее образцы подвергались механической дезинтеграции с последующим растворением в 94% уксусной (ледяной) кислоте, затем проба промывалась на ситах с размером ячейки 0,315 и 0,063, просушивалась и разбиралась под микроскопом (MC2 Zoom 1A).

Первой находкой ровеакринид в регионе стали брахиальные таблички *Drepanocrinus communis* (Douglas), выделенные из разреза Нижняя Банновка [Pervushov et al., 2024]. В нижнекампанском интервале разреза Атемар (Мордовия) установлены многочисленные остатки, предположительно принадлежащие роду *Stellacrinus* (рис. 1). Оба таксона описаны ранее из синхронных образований Англо-Парижского бассейна [Gale, 2019, 2020]. В туронском – коньякском интервале разрезов Новодевичье и Подвалье (Самарская область), Новоульяновск (Ульяновская область) также установлены разрозненные остатки ровеакринид. В нижнем коньяке разреза Нижняя Студенка (Саратовская область) впервые обнаружена чашечка, предположительно, *Roveacrinus* sp. Из среднетуронских отложений разреза Белогорское (Саратовская область) установлены многочисленные остатки ровеакринид, предварительно отнесенные к роду *Roveacrinus*.

На данный момент, наибольшее количество установленных таксонов ровеакринид происходят из интервала туронских – коньякских отложений. Они известны в самых южных (Белогорское) и в одном из самых северных (Новоульяновск) разрезов региона, при этом они соотносятся с одновозрастными формами, установленными ранее в разрезах Англо-Парижского бассейна. Это делает их привлекательными биостратиграфическими маркерами и позволяет использовать для межрегиональных корреляций.



Условные обозначения.







- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | Рязано-Саратовский прогиб   |  | Воронежская и Волго-Уральская антеклизы |
|  | Прикаспийская перикратонная впадина   |  | Ульяновско-Саратовский прогиб           |
|  | Местонахождения микрокриноидей: 1 - Каменный Брод; 2 - Чухонастовка; 3 - Белогорское; 4 - Нижняя Банновка; 5 - Мирошники; 6 - Красный Яр; 7 - Нижняя Студенка; 8 - Сплавнуха; 9 - Коммунар; 10 - Новодевичье; 11 - Подвалье; 12 - Новоульяновск; 13 - Атемар. |   |   |
|  | Местонахождения микрокриноидей содержащие в комплексах остатки Roveacrinida   |   |   |

Рис. 1. Расположение изученных местонахождений морских лилий (по Рябов и др., 2024; в печати, с дополнениями).

#### Литература:

Калякин Е.А. Значение морских лилий для биостратиграфии верхнемеловых отложений Русской плиты // Геологические науки – 2023: Материалы Всерос. научно-практ. конф. – Саратов: Изд-во «Техно-Декор», 2023. С. 26-30.

Рябов И.П., Калякин Е.А., Первушов Е.М. Новые данные о распространении бентосных фораминифер и микрокриноидей в верхнем мелу Поволжья // Палеонтологический журнал, 2024 (в печати).

Gale A.S. Microcrinoids (Echinodermata, Articulata, Roveacrinida) from the Cenomanian-Santonian chalk of the Anglo-Paris Basin: taxonomy and biostratigraphy // *Revue de Paléobiologie*. 2019. V. 38. № 2. P. 397-533.

Gale A.S. Cretaceous microcrinoids // ed. F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G. M. Ogg. Geological time scale. Vol. 1. Subchapter 3K. 2020. P. 122-124.

Pervushov E.M., Ryabov I.P., Guzhikov A.Yu., Seltser V.B., Kalyakin E.A., Fomin V.A. Bio-Magnetostratigraphy of the Turonian–Coniacian deposits of the Lower Bannovka section, south-east of the Russian Plate // *Stratigraphy and Geological Correlation*. Vol. 32. No. 1. 2024. P. 74-107.

Selden P. A., ed. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part T, Echinodermata 2, Revised, Crinoidea, vol. 3. The University of Kansas Paleontological Institute. 2011. 261 p.

## **СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА И РИФТОГЕНЕЗ ТАНЗАНИИ**

### **Шаиб Саид Хамад**

Научный руководитель – профессор В.А.Огаджанов  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», геологический  
факультет, Саратов, Saidhamad024@gmail.com

Современная геодинамика территории Танзании включает несколько особенностей:

**Рифтогенез:** Восточно-Африканский рифт является составной частью Европейско-Африканского сквозного тектонического пояса — тектонической структуры планетарного масштаба, протягивающейся по направлению рек Камы, Волги, через складчатые области Кавказа и Анатолии в рифтовую долину реки Иордан, далее в область Красного моря и рифтовых озёр восточной Африки [В.А. Огаджанов, А.В. Огаджанов, 2013, В.А. Огаджанов, 2023]. Рифтовая зона Восточной Африки простирается через территорию Танзании. Это активная геологическая область, где земная кора разрывается и происходит формирование новой коры. Различные факторы, такие как скорость движения плит и влияние мантийного плюма, вносят свой вклад в рифтогенез и определяют геодинамическую активность в регионе.

**Землетрясения:** Территория Танзании подвержена регулярным землетрясениям в связи с активностью рифтовой зоны. Землетрясения могут быть различной интенсивности и варьировать по месту возникновения. Вулканическая активность также может вызывать землетрясения в регионе.

Известными землетрясениями в Танзании были, например:

1. 1954 год - землетрясение магнитудой 7,1
2. 1984 год - землетрясение магнитудой 6,0
3. 1997 год - землетрясение магнитудой 5,9
4. 2008 год - землетрясение магнитудой 6,0
5. 2016 год - землетрясение магнитудой 5,7

Вулканизм: Танзания доминируется несколькими вулканами, включая Оль Дойнио Ленгай, Килиманджаро и Меру. Эти вулканы являются результатом современной геологической активности. Движение континентальных плит: Восточная Африка находится на пересечении нескольких континентальных плит. Движение этих плит влияет на геодинамическую активность в регионе,

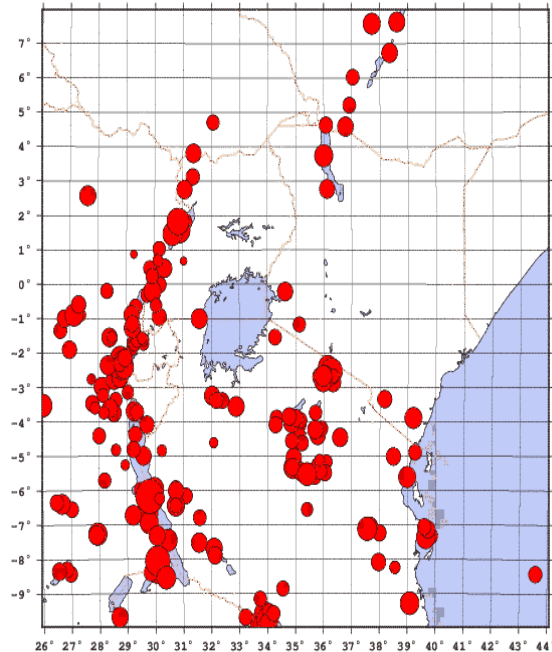


Рис. 1. Сейсмичность территории Танзании (по данным ФИЦ ЕГС РАН. [http://www.ceme.gsras.ru/new/ssd\\_news.htm](http://www.ceme.gsras.ru/new/ssd_news.htm))

активность может вызывать эрозию земной поверхности и изменять ландшафт. Реки и лишь расползаются склонами, формируя крупные долины и ущелья. Также, поскольку рифтовая зона проходит через некоторые озера, например озеро Танганьика, могут происходить изменения уровней воды и подводного ландшафта.

#### Литература:

Огаджанов В.А., Огаджанов А.В. Физико-геологические характеристики платформенной части европейско-африканского сквозного тектонического пояса // В.А. Огаджанов, А.В. Огаджанов // Журнал геофизика. М.:2004, - С. 33-39.

Огаджанов В.А. Сравнительная характеристика региональных сейсмогенерирующих структур Европейско-Африканского сквозного тектонического пояса // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2023. Т. 23, вып. 3. – С.184–192.

# СЕКЦИЯ ЮНЫЕ ГЕОЛОГИ

## **ВОДИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ САМОРОДНОЙ СЕРЫ: УНИКАЛЬНЫЙ ПРИРОДНЫЙ ОБЪЕКТ ИЛИ ПОЛИГОН БЫТОВОГО МУСОРА?**

**В.А. Зинькова**<sup>2</sup>

Научные руководители – ст. преподаватель А.А. Морова<sup>1</sup>, Н.Е. Викторова<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Институт нефтегазовых технологий, Самара,

<sup>2</sup> ГБОУ СОШ «ОЦ» «Южный город» пос. Придорожный Самарской области,  
[andaluzit@mail.ru](mailto:andaluzit@mail.ru); [geograf8383@mail.ru](mailto:geograf8383@mail.ru).

Водинское месторождение самородной серы один из первых геологических объектов, которое мы посетили на полевых выездах со школой юного геолога. На карьере и на занятиях перед и во время выезда нам читали лекцию о месторождении, свойствах серы, и я успела влюбиться в это уникальное месторождение еще не посещая его. Но ложкой дегтя стал для меня и моих товарищей «запомоенный» пейзаж за окнами автобуса. Месторождение с уникальной минералогией, являющееся историческим объектом для нашей области, постепенно превращается в помойку. Задалась вопросами: «что можно сделать» и «почему сера стала не нужна». Может быть, изучив свойства серы Водинского месторождения, разберемся, где она может найти применение, и по новому взглянем на этот природный объект, на который практически круглый год приезжают туристы со всей страны, а местные жители по привычке не считают чем-то уникальным.

**Геология Водинского месторождения.** Относительно происхождения самородной серы на Водинском месторождении существует несколько гипотез. Основа спора между учеными сводится к вопросу: образовалась ли сера в бассейне осадконакопления (сингенетические процессы) или ее образование связано с поздними процессами (эпигенетическими) [Сидоров, 2011]. Как это происходило: самородная сера выпадала в бассейне осадконакопления в виде частичек, принесенных реками, ветром, вдольбереговыми течениями с Урала во время интенсивной вулканической деятельности. Частички серы могли подниматься поднимающимися минеральными водами через трещины на дне моря. Сера может восстанавливаться из гипса при наличии органического вещества, его наличие мы видели в отобранных образцах, часто в кавернах, пустотах и трещинках встречается битуминозное вещество, часто и кристаллы серы окрашены им в самые разные цвета, от совсем темных до ярко коричневых. Бактерии умеют восстанавливать сульфаты до сероводорода, который позже окисляется до серы. Это явление называется сульфатредукцией, а бактерии сульфатредуцирующими. Литологически, мы видели на карьере карбонатные отложения: известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, глинистые известняки. Такой набор пород свойственен соленым лагунам, в которых фоссилии встречаются очень редко, появление которых связано с кратковременным опреснением бассейна, с периодами, когда на территорию Самарской области доходило казанское море. Всего два типа двустворчатых моллюсков были нами встречены, препарированы и определены с помощью преподавателей СамГТУ (рис 1). Эпигенетические теории связывают с нефтяными месторождениями. По мнению Н.А. Головкинского, сера волжских месторождений выделялась при разрушении битуминозного гипса на контакте с известняками. Б.П. Кротов связывал процессы образования серы с тектоническим режимом территории, с



нефтью, поднимающейся по трещинам сквозь земную толщу. Другими словами, в современном виде мы видим остатки древнего разрушенного нефтяного месторождения [Сидоров, 2011].



Рис. 1а. Двустворчатый моллюск *Pseudomonotis garforthensis*, ядра и отпечатки. Фотографии В.П. Морова



Рис. 3б. Двустворчатый моллюск – *Pseudomonotis permianus*. Оба моллюска типичные обитатели лагун.

Стратиграфически, серные руды Водинского месторождения залегают в сульфатных и карбонатных породах поволжского горизонта казанского яруса пермской системы. Рудные горизонты залегают в пластах мергелей и карбонатных пород (известняков, доломитизированных известняков и доломитов), которые переслаиваются с сульфатными горизонтами (гипсы, доломиты). Распространение сероносных горизонтов в плане практически одинаково; залегание рудных толщ практически горизонтальное. Во время экспедиций, мы отобрали коллекцию литотипов и изучили пока только самые простые породы и минералы (известняк, доломит, мергель, гипс, сера, кремний, псевдоморфозы целестина по гипсу). Минеральный мир Водинского месторождения гораздо более богат, многие из минералов этого месторождения на территории Самарской области встречаются только здесь. Изучение редких минералов оставлено до следующего раза, а практическую часть своей работы провела, изучая серу.

**Практическая часть.** Пользуясь нехитрым оборудованием, в школьной химической лаборатории я попыталась изучить физические и химические свойства серы как простого вещества, рассмотреть аллотропные модификации серы, ее свойства и получение. Для этого провела ряд опытов с серой водинского месторождения.

**Опыт № 1.** Цель: получение моноклинной серы. Фарфоровый тигель до 3/4 наполняют серой и нагревают приблизительно до 200°. Когда в результате охлаждения на поверхности серы образуется твердая корка, ее протыкают в двух противоположных сторонах гвоздем и сливают незастывшую серу через одно из отверстий в кристаллизатор с холодной водой. Второе отверстие служит для доступа воздуха. После удаления корки наблюдают образовавшиеся в тигле блестящие игольчатые кристаллы моноклинной серы (рис 2), которые через

некоторое время становятся матовыми, хрупкими и переходят обратно в устойчивую форму ромбической серы.

**Опыт № 2.** Цель: получение суспензии серы. Полученный при длительном встряхивании серы в спирте раствор вливают в воду; наблюдают, появление мути, которая не задерживается фильтром.

**Опыт № 3.** Цель: изучить поведение серы при различных температурах. В пробирку, укрепленную в металлическом или деревянном держателе, насыпают



Рис. 4. Блестящие игольчатые моноклинные кристаллы моноклинной серы.

до одной трети серы и постепенно нагревают над газовой горелкой. При нагревании слышится потрескивание разрушающихся кусочков серы; сера — плохой проводник тепла. При 119 градусов сера плавится и превращается в легко подвижную прозрачную, желтую жидкость, похожую на янтарь (точка плавления моноклинной серы [А.И Бусев, 1971]). В дальнейшем при температуре около 150° жидкая сера приобретает красновато-бурый цвет; при 187° она превращается в бурю вязкую массу, при 200° становится почти черной и по вязкости похожей на смолу, при 400° снова переходит в легкоподвижную жидкость темно-коричневого цвета, а при 444,6° закипает, образуя желто-оранжевые пары (точка кипения серы [А.И Бусев, 1971]). Те же превращения происходят с серой и при ее охлаждении, но в

обратном порядке. Пары серы могут конденсироваться, минуя жидкую фазу. Изменение свойств серы при ее нагревании объясняется изменением ее молекулярного состава. При разных температурах сера представляет собою различные аллотропические видоизменения.

Таким образом, мною изучены физические свойства самородной серы, структура и отличительные признаки серы Водинского месторождения. Во время полевых выездов составлена богатая коллекция кристаллов серы, основных минералов и пород месторождения. В процессе написания работы, сделан вывод, что сера Водинского месторождения интересна минералогам, составителям музейных коллекций. Уже когда я дописывала работу, в СамГТУ на кафедру геологии пришли с вопросами о попутных минералах фермеры, которые планируют добавлять серу в корм животным — эксперименты показывают, что свиньи меньше болеют. Очевидно, сера может использоваться в сельском хозяйстве и, возможно, в фармацевтике, потому что всем известно вонючее средство, которым наши бабушки мазали любые болячки. Я жду и очень надеюсь, что Водинское месторождение достойно войдет в реестр геологических памятников России и его будущее будет связано с разумным использованием ценных невозполнимых ресурсов серы.

#### Литература:

*Бусев А.И., Симонова Л.Н.* Справочник сернокислотчика. М.: 1971. 25 с.

*Сидоров А.А.* Минералогия Водинского месторождения самородной серы Самарской области и история его открытия. Самара: Самарский государственный технический ун-т, 2011. 188 с.

## **МАРШРУТ К ОКАМЕНЕЛОСТЯМ КАМЕННОУГОЛЬНОГО И ПЕРМСКОГО ПЕРИОДОВ (Г. ТИП-ТЯВ – СОКСКИЙ КАРЬЕР-СОКСКИЕ ШТОЛЬНИ)**

**Н.Л. Калашников<sup>2</sup>**

Научные руководители – ст. преподаватель А.А. Морова<sup>1</sup>, Н.Е. Викторова<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Институт нефтегазовых технологий, Самара

<sup>2</sup> ГБОУ СОШ «ОЦ» «Южный город» пос. Придорожный Самарской области,  
andaluzit@mail.ru; geograf8383@mail.ru.

Геологический туризм в Самарской области развивается в последние годы достаточно активно. В работе описан маршрут ближайших к Самаре интереснейших памятников природы для того, чтобы помочь школьникам и всем, кому интересно в определении палеонтологических образцов, которые мы с детства набирали в большом количестве в этих краях. Описанные далее объекты легко посещаемы, не сложны в прохождении и, при соблюдении техники безопасности, относительно безопасны.

**Общая информация.** В каменноугольном периоде территория Самарской области являлась эпиконтинентальным морским бассейном (внутреннее мелководное платформенное море, связанное с океаном проливами и периодически утрачивающие эту связь). Геологический разрез удобнее всего изучать по уступам сокского карьера, в котором вскрыты породы гжельского яруса, ассельского и сакмарского ярусов перми. Уникальным его делает то, что в карьере вскрыта граница каменноугольной системы (358-298 млн.л.н.) и пермской (298-252 млн.л.н.). Разрез первой половины казанского времени прослеживается на горе Тип-Тяв (Князев карьер).

**Описание окаменелостей каменноугольного и пермского возраста.** Органогенные известняки представлены фузулиновыми и водорослевыми разностями. Доломиты и известковистые доломиты занимают значительное положение в разрезе. Как правило они серые, отрицательно-фузулиновые, пористые, кавернозные. Все породы в разной степени выщелочены. Маркирующим горизонтом района является слой "медвежатник". Это известняки светло-бурого цвета с комковатой структурой и сферолитовыми образованиями размером до 4 см, представляющие сгустки водорослей *Nostosites*. Я составил для себя альбом палеонтологических находок из тех, которых научился определять сам [Бондаренко, 2011].

**Фузулиниды (*Fusulinida*)** — отряд простейших с крупной, около 1 см, секреторной многокамерной известковой спирально-плоскостной раковинной, вытянутой по оси навивания. Раковины были либо веретеновидной, и реже шаровидной формы (рис 1). Перегородки между камерами низкие, широкие, обычно гофрированные в нижней части. Складки соседних перегородок могут соединяться между собой, образуя так называемые вторичные камеры. Фузулиниды являются важными руководящими ископаемыми для каменноугольного и пермского периодов. Они являются порообразующими организмами, складывающимися фузулиновые и швагериновые известняки.



Рис. 5. Фузулиниды. Внешний вид и внутреннее строение.

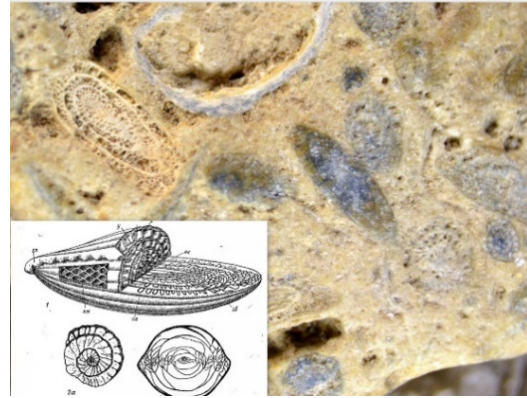


Рис. 2. Швагерины. Средний диаметр раковин 4-6мм.

**Швагерина (Schwagerina)** — род палеозойских фораминифер, известный исключительно из отложений ассельского яруса раннего пермского периода. Раковина нередко шаровидная. По размеру и форме она напоминает зерно проса. На поверхности раковины резко выражены продольные бороздки (рис 2).

**Морские лилии (Crinoidea)** — обширный класс иглокожих животных. Тела иглокожих состоят из многочисленных сегментов и после смерти животного разваливаются на отдельные части. В случае с морскими лилиями обычно сохраняются членики их стеблей. Они выглядят как кружочек, звездочка или многоугольник с дыркой посередине. Нередки и небольшие «столбики» или «башенки», состоящие сразу из нескольких члеников. В сокском карьере находили хорошо сохранившиеся морские лилии с чашечкой. Как правило, членики криноидей вместе с иглами морских ежей и фораминиферами можно встретить часто, очевидно, они хорошо сохраняются при переносе и захоронении, а вот фрагменты рук и стеблей морских лилий мы находили только в прослоях глинистых зеленовато-серых известняков (рис 3).

**Мшанки (Bryozoa)** — прикрепленные колониальные бентосные беспозвоночные (рис. 4). Колонии некоторых мшанок похожи на сплошной моховой покров. Некоторые мшанки образуют колонии в виде корочек и комков на твердых поверхностях (камнях, раковинах и т.д.), другие имеют



Рис. 3. Глинистый известняк с фрагментами стеблей и рук морских лилий



Рис. 4. Мшанки. Сокский карьер. Гжельский ярус

веерообразный или похожий на кустики внешний вид, сохранились до нашего времени. Мшанки — похожи на растения, но это полноценные животные,

питающиеся различными микроорганизмами. Мшанки легко можно спутать с кораллами, и они могут слагать ископаемые мшанковые рифы, сложенные большими ветвевидными колониями.

**Брюхоногие моллюски или гастроподы (Gastropoda)** - наиболее многочисленный класс моллюсков (Mollusca), (рис. 5). В основном это бентосные организмы, морские и пресноводные, хотя есть и наземные формы. Я очень легко спутал их с аммонитами, но мне быстро объяснили, что у аммонитов и наutilusов камеры с перегородками, да и форма совершенно другая.

**Брахиоподы (Brachiopoda)**. Брахиоподы - не моллюски, хотя имеют двусторчатую раковину, а самостоятельный тип морских раковинных животных (Brachiopoda). По мнению многих палеонтологов, они родственны мшанкам, хотя на первый взгляд между ними мало общего. Как правило, брахиоподы прикрепляются ко дну толстой мускулистой ножкой. Фильтраторы по типу питания. Створки раковин брахиопод разные, их называют брюшная и спинная, прослеживается плоскость симметрии. (рис 6).



Рис. 5. Гастропода



Рис. 6. Брахиоподы

**Четырёхлучевые кораллы (Tetracoralla), они же ругозы (Rugosa)** —



Рис. 7. Донные фузулиныды, отпечаток ракушки - брахиоподы, справа - одиночный коралл ругоза

отряд шестилучевых кораллов. Обитали в шельфовой зоне, обладали повышенными требованиями к температуре и прозрачности воды. Четырёхлучевые кораллы (рис. 7) были одиночными и колониальными организмами с известковым скелетом

В заключении, хочу сказать, что за время своих исследований, понял, насколько богат и разнообразен был органический мир древних морей и очень надеюсь, что мой палеонтологический альбом будет пополняться дальше и

поможет кому-нибудь еще разобраться в сложном, но таком интересном материале.

Литература:

*Бондаренко О.Б., Михайлова О.И.* Палеонтология. В 2 т. Т. 2: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский центр "Академия", 2011.

**ЭКСПЕДИЦИЯ К ЮРСКИМ МОРСКИМ БЕСПОЗВОНОЧНЫМ (ПОСЕЛОК НОВОКАШПИРСКИЙ, СЫЗРАНСКИЙ РАЙОН, САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Е.О. Мешко<sup>2</sup>**

Научные руководители – ст. преподаватель А.А. Морова<sup>1</sup>, Н.Е. Викторова<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> *ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Институт нефтегазовых технологий, Самара,*

<sup>2</sup> *ГБОУ СОШ «ОЦ» «Южный город» пос. Придорожный Самарской области,  
andaluzit@mail.ru; geograf8383@mail.ru.*

В нашей школе геология преподается в рамках факультативных занятий. Геология - наука в большей степени практическая. Для успешного её изучения требуются наглядные пособия и разработанные геологические маршруты, пройдя которые, мы получили бы полное представление о конкретном геологическом объекте. Справочников и книг, написанных популяризаторами науки, понятным школьникам для территории Самарской области практически нет. Я выбрал для описания и составления журнала палеонтологических образцов, пожалуй, самое известное местонахождение морских беспозвоночных юрского и мелового периодов – разреза у села Новокашпирский. Этот разрез широко известен и является опорным разрезом пограничных отложений юрской (волжский региоярус) и меловой (рязанский региоярус, валанжинский, готеривский и барремский ярусы) систем.

На берегу, в первой точке наблюдения, вниз по телу оползня, сразу от села, коренные отложения юрской системы выходят практически на берегу реки, они сильно задернованы и во многих местах размыты. Тем не менее, нами были описаны слои мелкозернистых песчаников и алевролитов тёмно- и буровато-серых тонов общей мощностью 0,7 м, серых опоковидных песчаников и алевролитов с рассеянными фосфоритовыми конкрециями, видимой мощностью около 1 метра. Найдены и определены фоссилии [Граница юры и мела, 2015].

**Отряд Аммоноидеи - Ammonoidea**

При определении аммонитов ориентируются на форму раковины, ее размер, наличие и выпуклость ребер на раковине, на рисунок перегородочной линии, форму и глубину пупка, форму поперечного сечения (рис 1, 2). Для аммонитов, найденных в поселке Новокашпирский, характерна аммонитовая перегородочная линия. Она свойственна только аммонитам, обитавшим в юрский и меловой период.

**Род Белемнитес (Belemnites).** Характерны для верхневолжского подъяруса, но не являются руководящими, они известны в породах мелового возраста (рис 3).



Рис. 1. *Craspedites mosquensis*.  
Верхневолжский подъярус, зона  
*Catenulatum*. Опоковидные песчаники  
и алевролиты



Рис. 2. *Craspedites milkovensis*.  
Верхневолжский подъярус, зона  
*Catenulatum*. Серые опоковидные  
песчаники и алевролиты.

В разрезе также встречены многочисленные двусторонне-симметричные моллюски отряда разнозубых, род ***Buchia fisheriana***. Створки раковины одинаковой величины, симметричны, поверхность раковины гладкая. Начальная часть роста раковины - макушка расположена на ее спинной стороне. Противоположный край называется нижним или брюшным. Макушка расположена в середине створок. Если раковину расположить макушкой вверх, то справа будет правая створка, а слева – левая (рис 4). Раковины, как правило, хорошей сохранности, часто фосфатизированы.



Рис. 3. Белемниты *Acroteuthis* sp.



Рис. 4. Двустворчатые моллюски  
*Buchia fisheriana*

Мы собрали очень много палеонтологических образцов, собрали школьную коллекцию, работа по препарированию и определению их еще идет, но уже понятно, что, пусть пока еще с помощью преподавателей, но можно переводить сложные научные статьи на понятный «школьный» язык. Планирую со временем создать определитель, в котором будут и фотографии, и описание диагностических, характерных признаков для каждого вида.



Рис. 5. Фрагмент полевого электронного дневника. Разрез юрских отложений у с. Новокашпирский

Литология пород, которые слагают отложения юрской системы, описана в точке наблюдения номер 2 (рис. 5). Самым известным и наиболее интересным для нас с практической точки зрения оказался глинистый горючий сланец. Это полезное ископаемое представляет собой обычную известковую или глинистую породу, пропитанную органическими веществами, чаще всего входящими в состав нефти. Не зря, академик И.М. Губкин назвал горючий сланец «недоразвитой нефтью». Порода серого цвета, при попадании воды пачкает руки, размывается. Прослоями горючий сланец бурый, ярозитизированный. Из фауны встречаются лишь незначительные остатки чешуи рыб. В размытой кровле - выветрелые конкреции известковистого песчаника и минерализованная древесина [Граница юры и мела, 2015]. Именно прослой бурого горючего сланца нам удалось поджечь, и только тогда мы поняли, что не вся темная тонкослоистая, местами желто-буря толща, сложена горючим сланцем, большей частью это размокающий при намачивании глинистый сланец.

В заключение, хочется сказать, что запланированный пеший маршрут по берегу Волги с возможностью отбора мезозойских окаменелостей, может быть дополнен посещением штольни по добыче горючих сланцев завода «Медхим», посещением Святого источника Новокашпирский, сызранского краеведческого музея и обзорной экскурсией по г. Сызрань.



Литература:

*Граница юры и мела в Среднем Поволжье. Путеводитель экскурсии "Международная научная конференция по проблеме границы юрской и меловой систем. 7-13 сентября 2015 г., г. Самара (Россия)". – Самара: ФГОБУ СамГТУ, 2015. 130 с.*

**РАЗРАБОТКА КРАЕВЕДЧЕСКОГО МАРШРУТА ПО ШЕНТАЛИНСКОМУ РАЙОНУ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Е.В. Панюшев<sup>2</sup>**

Научные руководители – ст. преподаватель А.А. Морова<sup>1</sup>, Н.Е. Викторова<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ФГОБУ ВО «Самарский государственный технический университет», Институт нефтегазовых технологий, Самара,

<sup>2</sup> ГБОУ СОШ «ОЦ» «Южный город» пос. Придорожный Самарской области, andaluzit@mail.ru; geograf8383@mail.ru.

Мне посчастливилось летом 2023 года побывать в районе поселков Новый Кувак и Русский Байтуган Самарской области на раскопках в карьерах. Эти карьеры известны по многочисленным остаткам разных по величине стволов окаменелой древесины, замещенной, как правило, кремнеземом, и имеющим за счет примесей железа черную, бурую, красноватую охристую окраску. В линзах грубообломочных пород, в глинистых конгломератах, учеными обнаружены и описаны фоссилии [Бакаев, 2018]. Карьеры популярны у краеведов и любителей.

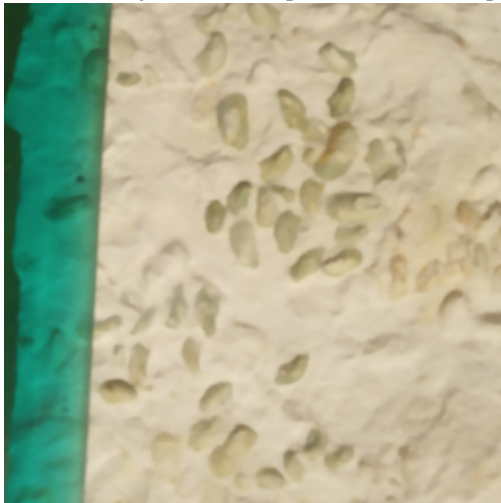


Рисунок 6. Двустворчатые моллюски *Pseudobakewellia seratorphagaeformis*. Определен геологами СамГТУ, отпрепарирован автором.

Мы видели несколько раз, как стволы деревьев выкапывают целиком и увозят для целей ландшафтного дизайна в неизвестном направлении. Мне больно на это смотреть, поэтому основной целью своей работы я ставлю изучение геологической истории района, описание геологических объектов для возможного придания им статуса геологических памятников. Пока мной изучены только отложения карьера у села Аксаково. Обнаруженный самарскими геологами комплекс флоры и фауны датируется казанским веком поздней перми, точнее основанию верхнеказанского подъяруса [Бакаев, 2018]. Тогда территория Самарской области находилась на окраине древнего материка и появление песчаных отложений в дельтах рек или речных врезках закономерно из-за близости источника сноса.

После многочисленных колебаний уровня моря, ближе к окончанию пермского периода, морской бассейн, установившийся до этого, на территории самарского края отходит, оставляя за собой сеть лиманов и лагун, в которых начинают накапливаться карбонатно-сульфатные отложения (каменная соль, ангидриты, доломиты). Совсем недалеко от этого карьера, в 200 метрах, по дороге на родник, действительно выходят слои известняков с морскими двустворчатыми моллюсками, характерными для лагун. Их немного, они плохой сохранности, но я препарировал самый лучший образец (рис. 1). Примерно 267 млн. лет назад территория Поволжья представляло собой

равнину со слабо развитой сетью речных долин и периодически встречались мелководные озера с теплой соленой водой. К концу пермского периода речная сеть распространяется на всю территорию Поволжья, условия полностью становятся континентальными, море отступает. Окончание пермского периода знаменует время около 253 млн. лет назад. Конец периода характеризует великое вымирание, погибло около 70% видов животного мира. Место, в котором нами велись раскопки, представляет собой отложения, которые накапливались в континентальных условиях. В литературе [Бакаев, 2018] не указано на генезис рассматриваемых песчаников. Основных вариантов два.

**Дельта или русло реки?** Что такое русло реки мы проходили на уроках географии. Что такое «дельта» тоже. И я никогда не думал, что их можно спутать: по картинкам в учебнике они имеют ряд характерных особенностей и хорошо узнаваемы. В реальности проследить форму песчаного тела по одному карьере, думаю, невозможно. В районе, который я выбрал для изучения, есть еще ряд карьеров, в которых кроме стволов деревьев сохранились многочисленные отпечатки растительности. Хорошей сохранности листья и веточки каламитов, кордаитов, реже гинкговых и семенных папоротников я видел в геологическом музее СамГТУ, а также в краеведческом музее в Самаре. На занятиях педагоги рассказывали, что о дельтовом происхождении Ново-Кувакского карьера, свидетельствует то, что растения и стволы деревьев расположены в карьере хаотично. А листья папоротников хорошей сохранности встречаются даже в грубообломочных породах (гравелитах, конгломератах), песчаники имеют сложную, иногда разнонаправленную слоистость (в речке такое маловероятно, поскольку вода в ней, кроме разве что отдельных участков, течет в одном направлении). На нашем карьере я решил сначала, конечно, с помощью преподавателей, проанализировать слоистость и понять в одном направлении текла вода или нет (рис. 2). Понять это было очень сложно, потому что, если спросить меня, то я бы сразу сказал, что слоистость на карьере сложная. Как выяснилось, некоторые специалисты считают, что термин «сложная слоистость»

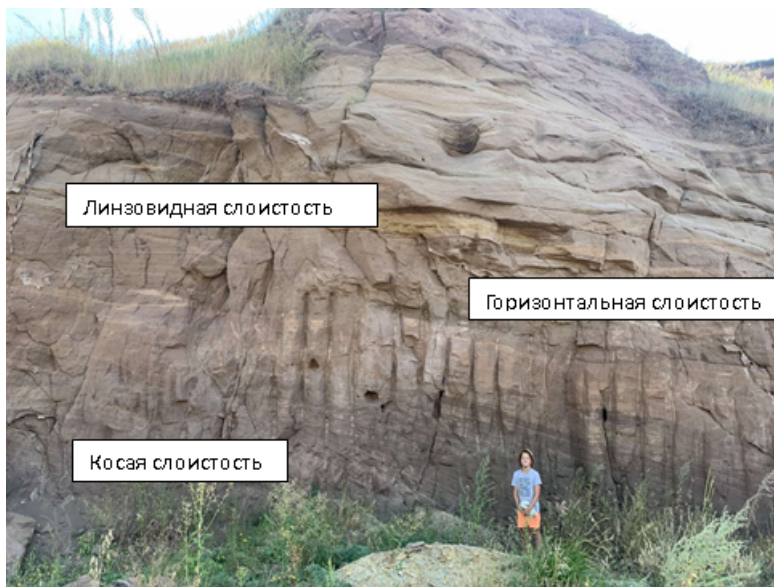


Рис. 7. Разнообразные типы косо́й слоистости в стенках карьера.

существует [Ежова, 2009]. Угол наклона косых слоев, замеренных нами, не превышает  $20^\circ$ . Пока рассматривали стенки карьера, я научился различать основные типы слоистости, вот только волнистую слоистость я на карьере не нашел, что естественно. После того, как манипуляции с компасом были закончены, руководители обратили мое внимание на то, что стволы окаменелых деревьев ориентированы все в одном направлении. Конечно же, по течению реки. Ни одного отпечатка

растений на карьере мы не встретили, не описаны они и ранее в литературе. Кроме того, нет здесь и мелких щепочек, веточек и любого другого растительного мусора, называемого геологами «растительный детрит». Значит, течение было

довольно интенсивным. Уже при проведении камеральных работ я прочитал статью, в которой описана фауна карьера [Бакаев и др., 2018] и нашел в ней некоторое подтверждение наших полевых выездов. Ученые, изучившие рыбы чешуйки определили комплекс рыб, который мог жить только в активной гидродинамической обстановке в пресной быстро текущей воде. Значит, все-таки речка. Нам тоже встречались кости, определять которые мы отправили ученым из палеонтологического института в Москву, но я, по крайней мере, увидел, как они выглядят. Препарировать кости оказалось тоже не так просто. Оказывается, найти кость — это еще половина дела. Потом ее около суток нужно подготавливать к препарированию и только потом она готова к отправке специалистам. Уверенно по найденной косточке можно сказать, что она принадлежит кому-то из четвероногих (ученые называют их тетраподами). Первые, самые смелые, покинувшие водную среду обитания, перешедшие к наземной форме жизни. Все костные остатки найдены в прослоях конгломератов, там, где течение замедлялось и близко располагался берег, в русле реки было слишком большое течение, чтобы кости могли сохраняться. А здесь, на отмели, где скорость течения меньше, скапливались самые разнообразные костные останки. При изучении линз конгломератов передо мной встал еще один вопрос: какой материал несла эта река и откуда она текла, где была область сноса? Даже без микроскопа можно увидеть, что обломки пород, в основном, представлены хорошо разрушаемыми породами: глинами, мергелем, почти разрушенным известняком и чуть лучше сохранившимся доломитом. Обломки кремнистых пород – яшм я увидел только во фракции 3-7 мм. Эти породы, можно сказать, точно являются путешественниками с Урала, потому что яшмы на территории Самарской области не образовывались. В мелкой песчаной фракции просматривается много минералов, диагностировать которые я еще не умею (нужны знания и умение работать с поляризационным микроскопом). Но даже таких простых наблюдений достаточно, чтобы сделать выводы о том, что обломки конгломератов состоят преимущественно из местных пород, такие конгломераты называют «внутриформационными», а, следовательно, тетраподы, которые мы отправляем для изучения в Москву, жили на нашей местности, а не были принесены откуда-то издалека. И древесные остатки тоже принадлежат местному комплексу палеофлоры. Мое первое погружение в пермский период Самарского края оказалось очень интересным. Впереди новый полевой сезон, в котором поставлены очередные задачи для достижения цели - найти компромисс между учеными, любителями и туристами и сохранить богатство Самарского края.

#### Литература:

Бакаев А.С., Голубев В.К., Буланов В.В., Морев В.П., Морова А.А. Фауна позвоночных местонахождения Аксаково (средняя пермь, Самарская область) // Фундаментальная и прикладная палеонтология. Мат-лы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН (2-6 апреля 2018 г., С.-Петербург) // СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2018. – С. 173-174.

Ежова А. В. Литология: учебник / А.В. Ежова; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ  
XXIV Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых специалистов

«ГЕОЛОГИ XXI ВЕКА»

г. Саратов, 5 апреля 2024 года

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

ISBN 978-5-907716-59-9



Изд. лиц. ИД № 03472 от 08.12.2000. Подписано к печати 1.04.2024 г.  
Формат А4. Бумага офсетная. Гарнитура Arial.  
Усл. – печ. л. 8,8 (9,5). Уч. – изд. л. 3,5. Тираж 100. Заказ 46169.

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