

МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ
СЕКЦИЯ ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ
КАФЕДРА НЕФТЕГАЗОВОЙ СЕДИМЕНТОЛОГИИ
И МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА



ЭКЗОЛИТ – 2020

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ

Сборник научных материалов





*215-летию основания
Московского общества испытателей природы
посвящается*



МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ
СЕКЦИЯ ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ
КАФЕДРА НЕФТЕГАЗОВОЙ СЕДИМЕНТОЛОГИИ
И МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

ЭКЗОЛИТ – 2020

Литологические школы России

ГОДИЧНОЕ СОБРАНИЕ (научные чтения),
посвященное 215-летию основания
Московского общества испытателей природы

СЕКЦИИ ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ МОИП И
КАФЕДРЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ СЕДИМЕНТОЛОГИИ
И МОРСКОЙ ГЕОЛОГИИ
МГУ имени М.В. Ломоносова

Москва, 25–26 мая 2020 г.

Сборник научных материалов

Под редакцией *Ю. В. Ростовцевой*



МОСКВА — 2020

УДК 55
ББК 26.3
Э36

Организационный комитет:

Председатель: *Ю. В. Ростовцева*

Члены: *К. М. Седаева, В. М. Сорокин, Т. А. Шарданова, Е. В. Карпова, Н. Н. Кузнецова*

Э36 **Экзолит – 2020. Литологические школы России.** Годи́чное собра́ние (научные чтения), посвященное 215-летию основания Московского общества испытателей природы. Москва, 25–26 мая 2020 г. Сборник научных материалов / Секция осадочных пород МОИП, кафедра нефтегазовой седиментологии и морской геологии МГУ имени М. В. Ломоносова; под ред. Ю. В. Ростовцевой. – Москва : МАКС Пресс, 2020. – 240 с.

ISBN 978-5-317-06429-7

DOI <https://doi.org/10.29003/m1394.exolith-2020>

В сборнике представлены материалы докладов научных чтений «ЭКЗОЛИТ-2020», проводимых по тематике «Литологические школы России» и посвященных 215-летию основания Московского общества испытателей природы (МОИП). Рассмотрен широкий круг вопросов, касающихся истории деятельности секции «Осадочные породы» МОИП, становления разных научных литологических школ, проведения детальных комплексных исследований осадочных образований.

Сборник представляет интерес для специалистов разных направлений, занимающихся историей развития учения об осадочных породах в России, а также вопросами всестороннего изучения экзолитов.

Ключевые слова: осадочные породы, литологические научные школы, методы изучения осадочных комплексов, генетический и стадийный анализы, обстановки седиментации, палеогеографические реконструкции.

УДК 55
ББК 26.3

Exolith – 2020. Lithological schools of Russia. Annual meeting (scientific readings) dedicated to the 215-th anniversary of the Moscow Society of Naturalists. Moscow, May 25–26, 2020: collection of scientific materials. – Moscow: MAKS Press, 2020. – 240 p.

ISBN 978-5-317-06429-7

DOI <https://doi.org/10.29003/m1394.exolith-2020>

The collection contains materials of the reports of scientific readings «Exolith – 2020», held on the subject «Lithological schools of Russia» and dedicated to the 215-th anniversary of the Moscow Society of Naturalists (MNS). A wide range of issues related to the history of the Sedimentary Rocks Section of the MNS, the creation of different scientific lithological schools, research of sedimentary successions.

The collection of materials is of interest to geologists of various specialties who are in the history of the development of the theory of sedimentary rocks in Russia, as well as in the detailed lithological studies.

Key words: sedimentary rocks, scientific lithological schools, methods for studying sedimentary complexes, genetic and stage analyzes, depositional environments, paleogeographic reconstructions.

ISBN 978-5-317-06429-7

© Геологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2020
© Оформление. ООО «МАКС Пресс», 2020



ЧАСТЬ ПЕРВАЯ: СЕКЦИЯ «ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ» МОИП

К.М. Седаева

МГУ имени М.В. Ломоносова

СЕКЦИЯ «ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ» МОСКОВСКОГО ОБЩЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ: ОТ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ДО НАСТОЯЩЕГО ВРЕМЕНИ

По инициативе руководителей Геологического отдела МОИП и секции «Геология» А.Н.Мазаровича и М.В.Муратова в 1944 г. была организована секция «Осадочные породы». Ее организатором и первым председателем был один из старейших членов МОИП (с 1911 г.) Михаил Сергеевич Швецов – профессор и зав. кафедрой «Петрографии осадочных пород» Московского геолого-разведочного института (МГРИ), который объединил широкий круг геологов и литологов московских ВУЗов, научных и производственных организаций.

Активная деятельность секции развернулось в 50-е годы XX столетия. Это было время наиболее интенсивных научных изысканий в связи с развертыванием работ по строительству ряда крупнейших гидростанций на р. Волга и одного из самых протяженных в мире Каракумского канала. В 1951г. выходит сборник МОИП «Великие стройки коммунизма», в котором были широко освещены не только результаты геологических, гидрогеологических, но и впервые литологических исследований, в которых было показано, какое большое значение имеет состав осадочных пород и характер их залегания для правильного планирования строительства. С первых лет своего существования секция «Осадочные породы» проводила большую работу по организации научного общения различных специалистов Москвы и других городов

России и ближнего Зарубежья. В секции были представлены все основные научные, учебные геологические ячейки Москвы, в меньшей мере производственные: членами являлись сотрудники МГУ, МГРИ, МИНХиГП им. Губкина, РУДН, ИГИРГИ, ГИН и ПИН РАН, а также ВНИГНИ, ВИЭМС, ВНИИЯГТ, ВАГТ, ГУЦР, ВСЕГИНГЕО, ИГД им. Скочинского и др. Привлекательной особенностью МОИП, и, в частности, секции «Осадочные породы» является демократичность – трибуна для выступлений предоставляется, как известным ведущим литологам, так и начинающим ученым и молодежи. Возможность поделиться результатами исследований, проверить новые идеи, получить советы и критические замечания в ходе свободной дискуссии в неформальной обстановке, важна для тех и других.

Основной формой работы секции на протяжении многих лет XX столетия являлось проведение заседаний, на которых заслушивалось 1–2 доклада, сообщения которых в виде рефератов и статей публиковались в журнале Бюллетене МОИП, отдел геологический. За годы своего существования секцией было рекомендовано к публикации и позднее вышедшие на страницах журнала более 150 статей членов секции «Осадочные породы».

В первое десятилетие своего существования (1944–1953 гг.) на заседаниях секции были сделаны доклады специалистов по отдельным направлениям науки об осадочных породах. Из докладов можно отметить: «Основные закономерности современного морского осадкообразования» (М.В.Кленова, 1951), «Химический состав отложений дельты р. Волги» (А.С.Пахомова, 1951), «Литолого-минералогическая характеристика глин продуктивной толщи Азербайджана» (А.Г.Коссовская, 1951), «Характер обломочных полевых шпатов продуктивной толщи Апшеронского полуострова и их литологическое значение» (В.Д.Шутов, 1951), «Современные карбонатные осадки холодноводных морей» (А.П.Лисицын, В.П.Петелин, 1952), «Изучение слоистости современных морских отложений при помощи эхолота» (А.П.Лисицын, Г.Б.Удинцев, 1952), «Петрографические провинции грубообломочного материала в современных морских отложениях» (А.П.Лисицын, 1952), «Погребенные опресненные воды в глубоководных осадках Черного моря» (С.В.Бруевич, 1953), «Некоторые черты палеоэкологии верхнего девона Кузнецкого бассейна» (Т.Н.Бельская, 1953), «Синская свита Алданского массива» (К.К.Зеленов, 1953), «О некоторых вспомогательных приемах изучения осадочных пород» (М.С.Швецов, 1953), «О недостатках агрегатного метода механического анализа» (С.И.Малинин, 1953) и мн.др. К проблеме классификации осадочных пород секция обращалась многократно. Одно из интереснейших заседаний состоялось в 1968 году. На нем по вопросу классификации вулканогенно-осадочных, глинистых, песчано-алевритовых пород и современных осадков и осадочных полезных ископаемых выступили И.В.Хворова, Г.Ф.Крашенинников, С.В.Тихомиров, В.Т.Фролов, Н.П.Григорьев, В.Пейх (Германия), Г.В.Калашников и др., их доклады вызвали оживленную дискуссию.

В это же время стали широко внедряться в работе совместные заседания различных секций Геологического отделения МОИП. В апреле 1952г. было совместное заседание с секцией «Палеонтология», на котором Р.Ф.Геккер, А.И.Осипова и Т.Н.Бельская сделали доклад на тему: «Ферганский залив палеогенового моря, история его развития, осадки, фауна и флора и условия их обитания». Немного позже в мае 1952г. было проведено заседание с секцией «Геология», на котором был заслушан доклад Г.Ф.Крашенинникова «Парагенетические связи угленосных формаций». В декабре этого же года на заседании 3-х секций Геологии, Географии и Осадочных пород МОИП состоялся доклад А.П.Лисицына, В.П.Петелина и Г.Б.Удинцева «Современные методы морских геологических исследований». В последующие годы на секции были прослушаны серия докладов по разным направлениям развития литологии. Среди них наиболее интересные доклады о: 1) биогермах СССР – И.К.Королук и М.В.Михайлова (1967); 2) происхождении нефти – чл.-корр. АН СССР Н.Б. Вассоевич (1967); 3) условиях формирования и локализации месторождений бокситов – П.К.Винокуров, С.М.Андронов (1969); С.К.Гипп, П.К.Винокуров, Н.В.Сапрыкина, В.А.Теняков, М.Г.Эдлин (1971); Н.П.Хожаинов, С.Т.Акаемов, В.И.Сиротин (Воронеж, 1973). Такие совместные заседания, как правило, вызывали большой интерес и оживленные прения у слушателей.

Новым явлением в работе секции было проведение крупных тематических заседаний. Первые из них были организованы и проведены секцией в 1967г, собравшие более 60 человек, – это заседания, посвященные: 1) генезису геосинклинальных и платформенных бокситов и их связям с корами выветривания (17–24 марта и 14 апреля, 10 докладов) и 2) вопросам литологии палеозоя «Второго Баку» (21 апреля, 4 доклада). По материалам тематических заседаний были изданы сборники МОИП. С наибольшим успехом и с большим количеством слушателей прошли совещания в: 1973 г. – «Литология биогенных рифов» и «Литология и палеогеография соленосных отложений»; 1974 г. – «Проблемы бокситоносных отложений» и «Жизнь в докембрии» (совместно с секцией «Палеонтология»); 1975 г. – «Дифференциация твердого вещества на континентах и шельфе»; 1976 г. – «О проблемах эпигенеза (катагенеза)» (О.В. Япаскурт), «Литология на XXV сессии Международного Геологического конгресса» (Г.Ф.Крашенинников) и «Климатическая зональность и типы литогенеза в океанах» (А.П. Лисицын); 1977 г. – «Карбонатные породы, их преобразования и методы исследования» и «Литология и генезис фосфатоносных отложений (совместно с институтом Литосферы АН СССР и ГИГХС), «Основные проблемы науки об осадочных породах» (Г.А.Каледа, Г.Ф.Крашенинников и С.В.Тихомиров); 1978 г. – «Глинистые минералы, их преобразование и генезис» (Д.Д.Котельников, А.Г.Коссовская, Л.Г.Рекшинская), «Литология фосфоритоносного бассейна Каратау» (К.Т.Табылдиев и И.Г.Красильникова), «Глобальная схема литогенеза (А.П.Лисицын) и «Некоторые дискуссионные проблемы литологии» (Г.Ф.Крашенинников); 1979 г. следует отметить 2-х дневные заседания «Литология и биосфера» (совместно с институтом Литосферы

АН СССР), «Карбонатные коллекторы нефти и методы их изучения» и однодневные: «Седиментационные процессы в океане», «Грубообломочные породы» и заседание по вопросам: 1) палеогеографии нефтегазоносных отложений юры Западной Сибири и 2) формирования ловушек нефти и газа в нижнемеловых отложениях Прикаспийской синеклизы и Ферганы. В 1980 г. наиболее крупным было тематическое заседание «Цикличность осадкообразования». В 80-90 г.г. XX столетия были проведены совещания: «Карбонатные фации и формации Русской платформы и ее обрамления», «Глинистые минералы-индикаторы стадий катагенеза», «Генетические типы морских отложений», «Осадочное и вулканогенно-осадочное фосфатонакопление в докембрии» и другие мероприятия.

В работе секции и на тематических совещаниях, и как слушатели и как докладчики, принимали участие литологи и геологи из разных городов России и ближнего зарубежья: Ленинграда (Санкт-Петербурга), Новосибирска, Киева, Харькова, Ворошиловграда (Луганска), Таллина, Минска, Саратова, Воронежа, Львова, Мирного, Караганды, Сыктывкара, Ухты, Воркуты, Перми и др. С докладами выступали ученые из Германии (В.Пейх, М.Курце), Болгарии (М.Д.Вацев, А.Г.Султанов), Индии (С.Чандра), Австралии (М.Лангер, В.Гостин).

Секцией регулярно проводились научные заседания, связанные с памятью выдающихся русских и советских геологов-литологов: 150-летием со дня рождения Н.А.Головкинского и 100-летием Я.В.Самойлова, внесших большой вклад в развитие основополагающих направлений в науке об осадочных породах и воспитавших большой отряд геологов-литологов. Кроме этого, состоялось совместное заседание (декабрь 1970г.) с Комиссией осадочных пород АН СССР и секцией «Геология» МОИП, посвященное 110-летию со дня рождения А.А.Самойлова – основоположника советской агрогеологии, организатора и первого директора научного института по удобрениям (НИУИФ). А.А.Самойлов работал в МГУ (1896-1902) под руководством В.И.Вернадского, занимался геологией и минералогией осадочных железных руд и был в 1917-1925 гг. профессором Московского Университета. В разные годы состоялись мемориальные заседания памяти Г.И.Теодоровича, И.О.Брода, Л.В.Пустовалова, В.С.Яблокова, М.С.Швецова, И.А.Конюхова, В.Б.Оленина. На заседании памяти академика Н.М.Страхова (1979) – крупнейшего литолога и активного члена МОИП с докладами выступили Г.Ф.Крашенинников, Г.И.Бушинский, С.В.Тихомиров, В.Н.Холодов, Т.Т.Клубова и др.

Деятельность секции «Осадочные породы» МОИП во второй половине XX столетия протекала в условиях, когда Советское государство создавало мощную разветвленную сеть академических и ведомственных научно-исследовательских учреждений. С первых лет своего существования секция выступала как центр по обмену научными мыслями, как организатор дискуссий по самым спорным проблемам литологии и как творческая школа научной молодежи, проводя ежегодно несколько

рабочих совещаний и ежемесячные заседания, на которых делали доклады, как крупные ученые, так и пробующие свои силы в науке молодежь. Председателями секции «Осадочные породы» (рис.) были М.С.Швецов (1944-1975) и Г.Ф.Крашенинников (1975-1992). В течение этого времени были сформированы основные направления работы секции «Осадочные породы», как организация: 1) докладов ведущих ученых и специалистов по основным и общим проблемам литологии; 2) совместных заседаний по вопросам смежных с литологией научных дисциплин; 3) тематических совещаний по актуальным вопросам с заказными докладами ученых из различных организаций; 4) мемориальных заседаний, связанных с памяtnыми датами в истории науки и деятельностью крупных ученых-геологов, внесших большой вклад в развитие науки, открытие и изучение ряда крупных месторождений нефти и газа, угля и других нерудных осадочных полезных ископаемых; 5) издательской деятельности – подготовка сборников и монографий по материалам работы секции. При этом необходимо отметить, что в течение второй половины XX столетия, особенно в 60-90 гг., деятельность секции «Осадочные породы» была обширная и многогранная, когда в среднем проходило по 60-80 выступлений с докладами в год по различным направлениям науки об осадочных породах, а число участников заседаний составляло более 800 человек. В этот период были заслушаны доклады по: региональным литологическим исследованиям, общим закономерностям строения и преобразования осадочных толщ и распределению в них полезных ископаемых, вопросам осадкообразования в главных структурных зонах Мирового океана, применению новых методов в литологических исследованиях, о жизни и деятельности выдающихся русских и советских ученых, внесших значительный вклад в развитие науки об осадочных породах и связанных с ними полезных ископаемых.

В 90-е годы XX столетия – это сложное и тяжелое не только для секции «Осадочные породы» МОИП, но и для Общества время, его председателем стал О.В.Япаскurt (см. рис.) – профессор и зав. кафедрой литологии и морской геологии, ученик Г.Ф.Крашенинникова. В постсоветское время (1992–2020 г.г.) – это время больших утрат: ушли из жизни многие члены секции, которые были у истоков ее создания и организации, и входили в разные годы в состав бюро секции или были активными ее членами: Г.А.Каледа, С.В.Тихомиров, Т.Н.Бельская, И.В.Хворова, Л.М.Бирина, С.В.Максимова, А.Г.Коссовская, А.Н.Волкова, Л.Г.Рекшинская, Н.В.Иванова, Б.А.Соколов, Т.Т.Клубова, Ю.К.Бурлин, П.П.Тимофеев, В.Т.Фролов, П.Н.Куприн, А.П.Лисицын и мн. др. В составе и деятельности секции произошли небольшие реорганизации, секция организует крупные тематические совещания по актуальным вопросам современной литологии совместно с Межведомственным Литологическим Комитетом РАН, Региональным Межведомственным Стратиграфическим Комитетом, Секцией «Наук о Земле» РАН, с геологическими факультетами МГУ, Московского горно-геологического (МГРИ) и Воронежского Университетов, Академией нефти и газа.



М.С. Швецов

Г.Ф. Крашенинников

О.В. Япаскерт

Рисунок. Председатели секции «Осадочные породы» МОИП разных лет:

Михаил Сергеевич Швецов, профессор МГРИ (1944-1975),

Григорий Федорович Крашенинников, профессор МГУ (1975-1992),

Олег Васильевич Япаскерт, профессор МГУ (1992-2016)

Члены секции во главе с ее новым председателем О.В.Япаскуртом участвуют в организации и проведении Всероссийских и Региональных литологических совещаний (Москва, Воронеж, Сыктывкар, Екатеринбург, Ростов и др.). За период 1990–2004 г.г. было проведено более 15 таких заседаний. Несмотря на трудное для страны время, секция «Осадочные породы» проводит научные заседания, связанные с памятью известных ученых и крупнейших литологов страны: Л.В.Пустовалова, О.К.Брода, Г.Ф.Крашенинникова, Г.А.Каледы, А.Г.Коссовской, С.В.Максимовой, М.С.Швецова и др. В начале XXI века (2000–2015 г.г.) секция «Осадочные породы» проводила научные заседания, связанные с памятью известных ученых-литологов: С.В.Тихомирова, Г.А.Каледы, В.В.Меннера, Л.Б.Рухина, С.В.Максимовой, И.К.Королюк, М.В.Михайловой и геологов-угольщиков, было проведено 3 мемориальных и 1 юбилейное заседаний, на которых было прочитано 25 докладов. Среди них следует отметить мемориальное заседание, совместно с секциями "Геология" и "Палеонтология" на тему: "Известные литологи МГРИ" по случаю 100–летия со дня рождения профессора Сергея Валерьевича Тихомирова, 90–летия Глеба Александровича Каледы и 80–летия Владимира Владимировича Меннера. Оно проходило в ноябре 2011 г. в Российском государственном геологоразведочном Университете (РГГРУ–МГРИ), на кафедре литологии.

На геологическом факультете МГУ в марте 2013 г. проходило заседание «Генетические идеи в литологии», посвященное 90–летию профессора В.Т.Фролова –

известного литолога, геолога и педагога. В нем приняли участие более 170 чел, среди которых было много его последователей, учеников, аспирантов, студентов и сотрудников. С докладами выступили: **1)** О.В.Япаскурт (*Вклад Владимира Тихоновича Фролова в развитие учения о генетических типах отложений*); **2)** В.С.Вишневская (*Применение методики генотипов В.Т.Фролова в изучении радиоляритов Малого Кавказа и их корреляция с синхронными кремнистыми комплексами Евразии*); **3)** С.С.Гаврилов (*Трехмерное моделирование нефтегазоносных осадочных бассейнов с использованием генетического анализа В.Т.Фролова*) и **4)** юбиляр В.Т. Фролов (*Генетическая типизация морских отложений на современном этапе развития литологии и океанологии*).

В актовом зале Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ФГУП ВНИГНИ) в ноябре 2013 года проходило совместное заседание секций «Осадочные породы», «Геология» и «Палеонтология» МОИП, посвященное памяти известных литологов Светланы Викторовны Максимовой (100–летие), Ирины Константиновны Королук (100–летие) и Маргариты Владимировны Михайловой (85–летие). В мемориальном заседании приняли участие около 100 чел, среди которых было много их последователей, учеников, аспирантов: сотрудников ВНИГНИ, ИГИРГИ, РГГРУ–МГРИ, МГУ им Ломоносова, РГА нефти и газа им. Губкина, Института геологии Коми НЦУрО РАН (г. Сыктывкар). Открыли заседание директор ФГУП ВНИГНИ, проф. А.И.Варламов и председатель секции «Осадочные породы» проф. О.В.Япаскурт. Далее были заслушаны 5 докладов о роли и вкладе С.В.Максимовой, И.К.Королук и М.В.Михайловой в литологию и нефтяную геологию, и в развитие направления поисков месторождений нефти и газа в рифовых комплексах России и ближнего зарубежья.

В лекционном зале геолого-минералогического музея РГГРУ–МГРИ совместно с секцией «Геология» МОИП в декабре 2014 г. проходило заседание «Твердые горючие ископаемые России: прошлое, настоящее и будущее традиционных и нетрадиционных энергоносителей», посвященное геологам-угольщикам России. В нем приняли участие около 60 человек – члены МОИП, родные, друзья, коллеги и студенты. С докладами выступили: **1)** М.В.Голицын (*Твердые горючие полезные ископаемые России: прошлое, настоящее и будущее традиционных и нетрадиционных энергоносителей*); **2)** Б.В.Полянский (*Угольные бассейны России и сопредельных стран. Освоение и геологи–исследователи*); **3)** О.В.Япаскурт (*Крашенинников Г.Ф. – открыватель перспектив Челябинского угленосного бассейна*) и **4)** И.Е.Стукалова (*О газоносности и сложной тектонике угленосных отложений Донецкого бассейна в работах Е.В.Терентьева*).

В 2000-х годах нашего столетия в работе секции «Осадочные породы» произошли изменения с расширением научной площадки ее деятельности с участием в подготовке и организации крупных тематических совещаний по актуальным вопросам современной литологии, и в проведении Всероссийских и Региональных литологических совещаний

совместно с НС ЛОПИ при ОНЗ РАН (Научный Совет по проблемам литологии и осадочных полезных ископаемых при отделении наук о Земле РАН), Региональным Межведомственным Стратиграфическим Комитетом, секцией «Наук о Земле» РАЕН, с геологическими факультетами МГУ, РГГРУ-МГРИ и РГА нефти и газа им. Губкина. С наибольшим успехом и с большим количеством участников (>300чел.) прошли: 1) Всероссийское литологическое совещание (ВЛС), посвященное 100-летию со дня рождения Л.Б.Рухина (Санкт-Петербург, 2012); 2) 9-е Уральское литологическое совещание «Приоритетные и инновационные направления литологических исследований», посвященное 25-летию УрО РАН и 80-летию академической науки на Урале» (Екатеринбург, 2012); 3) VII ВЛС «Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории» (Новосибирск, 2013); 4) ВЛС с международным участием «Геология рифов» (Сыктывкар, 2005, 2010, 2015); 5) VIII ВЛС «Эволюция осадочных процессов в истории Земли» (Москва, РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2015); 6) IX ВЛС с международным участием «Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей» (Казань, 2019 г.).

За прошедшее время ушли из жизни многие видные литологи – члены секции «Осадочные породы» МОИП с 50-х г.г. XX столетия: В.Т.Фролов, М.В.Михайлова, Ю.К.Бурлин, О.К.Баженова, Д.Д.Котельников, О.А.Щербаков (г. Пермь) и др.. В 2016г. ушел из жизни председатель секции «Осадочные породы» с 1992 г. – Олег Васильевич Япаскурт. На общем заседании отделения «Геология» МОИП утвердили кандидатуру Ростовцевой Юлианы Валерьевны – ученицы В.Т.Фролова и О.В.Япаскурта, доктора геолого-минералогических наук, зав. кафедрой литологии и морской геологии, с 2017 г. – кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии.

В настоящее время в работе секции «Осадочные породы» занимают заседания в виде годовичного собрания в формате научных чтений «Экзолит». Они связаны с памятными датами в истории науки, литологическими школами России и ближнего зарубежья, и деятельностью крупных ученых-геологов, внесших большой вклад в развитие не только науки, но и в открытие и изучение ряда крупных месторождений нефти и газа, угля и других полезных ископаемых. Первое собрание ЭКЗОЛИТ-2018 было посвящено памяти доктора геолого-минералогических наук, профессора, председателя секции «Осадочные породы» МОИП Олега Васильевича Япаскурта (1992–2016). Второе собрание ЭКЗОЛИТ-2019 было посвящено 110-летию со дня рождения доктора геолого-минералогических наук, профессора МГУ, председателя секции «Осадочные породы» МОИП (1975-1992) Григория Федоровича Крашенинникова.

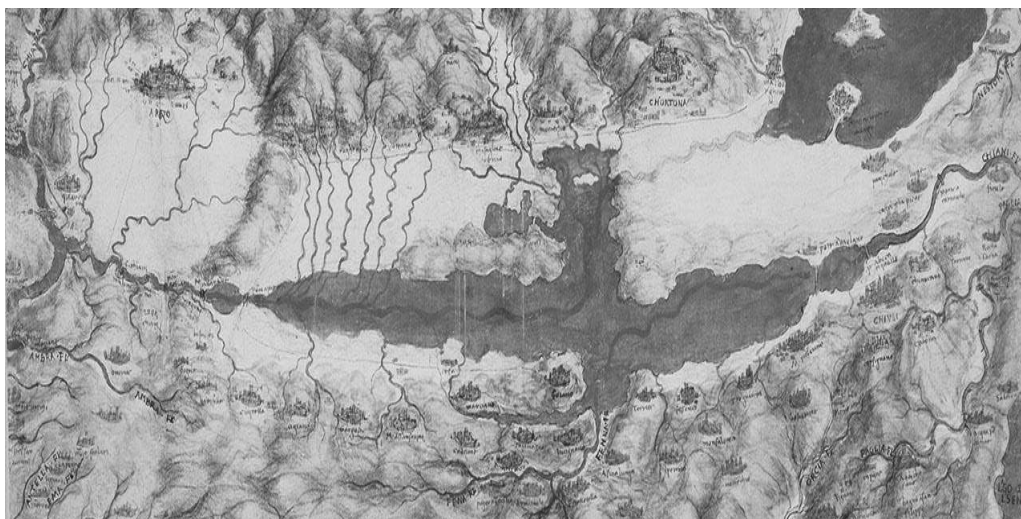
В ноябре 2018 г. секция «Осадочные породы» организовала совместно с литологическим коллоквиум геологического института РАН (ГИН РАН) памятное заседание. Оно было посвящено 100-летию со дня рождения член-корр. РАН, проф. П.П.Тимофеева – известного геолога-угольщика и литолога (*изучавшего угленосные отложения разных регионов СССР и России, и современные морские осадки*

Атлантического океана) и основателя кафедры литологии и морской геологии (1983) на геологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова.

В конце мая 2020 г. проведено дистанционное заседание ЭКЗОЛИТ-2020 с большим количеством участников (> 60 чел.), посвященное 215-летию основания Московского общества испытателей природы (МОИП), тема которого является «Литологические школы России и ближнего зарубежья: значение и развитие».

В настоящее время в секцию «Осадочные породы» МОИП постепенно приходит новое поколение из числа научных сотрудников, преподавателей ВУЗов и аспирантов, которое сохранит лучшие традиции российской науки литологии и станет преемником в ее развитии.

Официальный сайт МОИП: <http://www.moip.msu.ru>



ЧАСТЬ ВТОРАЯ: ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ

Л.Г. Вакуленко^{1,2}, П.А. Ян^{1,2}

¹ИНГГ СО РАН, Новосибирск

²НГУ, Новосибирск

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНГГ СО РАН (г. НОВОСИБИРСК): ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В 2010 г. в Новосибирске вышла книга, посвященная истории развития Института геологии и геофизики СО АН СССР, организованного в 1957 г. в числе первых десяти институтов Сибирского отделения [1]. Работы в области литологии были начаты с первых дней создания Института. История более чем 50-летних исследований довольно полно рассмотрена в указанной монографии Ю.Н.Заниным, Е.М.Хабаровым и Э.А.Егановым. Мы воспользуемся опубликованными материалами, дополнив их историей последующего десятилетия.

Работы в области литологии были начаты в лаборатории осадочных формаций, руководимой д.г.-м.н., профессором В.П.Казариновым. Ее кадровый состав был сформирован из литологов Новосибирска, Ленинграда, Томска, Иркутска и некоторых других городов (Е.В.Шумилова, Е.С.Рабиханукаева, Ф.С.Бузулуцков, И.И.Задкова, И.В.Николаева, Е.П.Акульшина, А.В.Ивановская, Ю.П.Казанский, Э.А.Еганов и др.).

На начальном этапе исследования были сосредоточены главным образом на анализе литологических особенностей и осадочных полезных ископаемых мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты и смежных с ней регионов. Другим направлением было выявление и прослеживание седиментационных этапов тектонического развития обширных территорий Сибири, основанное на методологии В.П.Казаринова (1958, 1963), согласно которой циклический характер осадконакопления контролирует

закономерности размещения осадочных полезных ископаемых, в том числе главных нефтепроизводящих формаций, региональных флюидоупоров и резервуаров нефти и газа. Эти исследования, предполагавшие глобальный, циклический характер геологических процессов, во многом опережали свое время, однако, в начале 60-х годов прошлого века идеи, развиваемые В.П.Казариновым, вызвали критику академика А.Л.Яншина, и направления работ лаборатории изменились.

В 1963 г. лаборатория осадочных формаций была разделена на лаборатории литологии (руководитель Ю.П.Казанский) и негорючих осадочных полезных ископаемых, которая позднее вновь стала называться лабораторией осадочных формаций (руководитель М.А.Жарков). В последней было создано несколько групп, изучавших разнотипные осадочные формации: соленосные (М.А.Жарков, Т.М.Жаркова, позднее Г.А.Мерзляков и В.В.Благовидов), фосфоритоносные (Ю.Н.Занин, Э.А.Еганов), красноцветные (А.И.Анатольева, позднее В.В.Параев, А.Ю.Нехаев), терригенные (Ю.К.Советов), глауконитоносные (И.В.Николаева, М.Ю.Каменева, З.В.Бородаевская), угленосные (И.И.Шарудо, В.И.Москвин). С середины 70-х годов стали интенсивно изучаться черносланцевые (С.Ф.Бахтуров) и карбонатные рифогенные (Е.М.Хабаров) формации. Так начался **второй этап развития** литологических исследований. Основные итоги этого этапа оказались впечатляющими.

При решении проблемы эволюции процессов осадконакопления на основе формационного анализа была проведена типизация крупных осадочных тел по их составу и структуре, выяснение их генезиса с реконструкцией процессов и обстановок формирования, а также распространения в пространстве и во времени. Результаты изучения разнотипных формаций были опубликованы в многочисленных научных статьях и монографиях, изданных в основном в 70-80-х годах прошлого столетия, которые до сих пор являются определяющими при изучении осадочных толщ разного состава.

Для красноцветных формаций установлены главные рубежи проявления в геологической истории, которые фиксировали, в частности, в среднем протерозое, появление свободного кислорода в атмосфере. Результаты изучения минералов группы глауконита и характеристика глауконитоносных формаций разного генезиса и возраста обобщены в капитальной монографии И.В.Николаевой «Минералы группы глауконита в осадочных формациях». Изучение фосфоритоносных формаций в лаборатории проводилось с разных позиций: в работах Ю.Н.Занина с коллегами особое внимание уделялось геологии, вещественному составу и эволюции во времени фосфатоносных кор выветривания; в работах Э.А.Еганова акцент был сделан на формационный анализ фосфоритоносных комплексов. Охарактеризованы терригенные осадочные формации, различные по составу и обстановкам формирования: преимущественно песчаные формации нижнего венда юга Сибирской платформы с детальным анализом петрографических типов песчаников, с реконструкцией основных направлений

перемещения материала, флишевые формации Каратау и др. При изучении карбонатных рифогенных докембрийских формаций расшифрована их структура, выяснены обстановки формирования, сформулировано представление о их разнообразии. Результаты изучения углеродистых отложений Сибирской платформы опубликованы в ряде работ С.Ф.Бахтурова, опубликована также обобщающая монография «Особенности размещения черносланцевых формаций позднего докембрия и кембрия в Евразии» (Жарков, Бахтуров, 1989).

Наиболее существенных результатов в области изучения осадочных формаций добились исследователи соленосных отложений под руководством А.Л.Яншина и М.А.Жаркова. Отправной для них явилась выдающаяся работа А.Л.Яншина о соленакоплении в глубоких морских бассейнах (1961). Выполнены обобщения по палеозойским соленосным формациям мира и кайнозойским соленосным формациям Средней и Центральной Азии. Особое внимание уделялось изучению конкретных объектов, в частности, соленосной формации кембрия Восточной Сибири. Результаты исследований соленосных формаций получили широкую известность за рубежом: в издательстве «Springer» была опубликована монография М.А.Жаркова по истории палеозойского соленакопления (Zharkov, 1981).

В лаборатории литологии на протяжении ряда лет Ю.П.Казанский и возглавляемый им коллектив (Е.П.Акулышина, А.И.Ушакова, В.А.Дымкин, В.Г.Петров, Г.М.Писарева, Т.П.Аксенова и др.) проводили исследования докембрийских и фанерозойских отложений в рамках проблемы «Эволюция геологических процессов в истории Земли». Изучался характер осадконакопления терригенных, карбонатных, вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород. Рассматривались коры выветривания, продукты их переотложения и связанные с ними полезные ископаемые — бокситы, железные руды, фосфатопоявления и др. Детально и разносторонне изучалось глинистое вещество в формациях разных регионов и возрастов. Особый интерес вызывали вторичные процессы преобразования пород (диагенез, эпигенез (катагенез), метagenез, метаморфизм). Результаты исследований по всем указанным направлениям были опубликованы в многочисленных статьях и целой серии обобщающих монографий. Вторым направлением работ лаборатории было исследование состава и генезиса осадочных и вулканогенно-осадочных полезных ископаемых (С.В.Сараев, Г.И.Таныгин, В.Г.Петров, Т.П.Аксенова и др.). Третье направление, которым занимались сотрудники лабораторий литологии и осадочных формаций совместно с геохимиками, было исследование современных осадков и осадочных процессов Атлантического океана и Черного моря (Ю.К.Советов, С.В.Сараев, Г.М.Писарева и др.).

Кроме того, в лаборатории литологии под руководством Ю.П.Казанского были поставлены экспериментальные работы по анализу газовых и газовой-жидких включений в осадочных минералах, определяющих физико-химические параметры водной и воздушной сред во время осадконакопления и диагенеза. Проводилось также изучение

карбонатной системы и ее продуктов в хлоридно-карбонатном растворе и моделирование процессов доломитообразования.

Особое место в цикле литологических исследований ИГиГ СО АН СССР занимают обобщающие работы Ю.П. Казанского с коллегами: «Седиментология» (Казанский и др., 1976), «Введение в теорию осадконакопления» (Казанский, 1983), трехтомный труд «Осадочные породы» (1987, 1990, 1994). Есть все основания считать, что после кончины академика Н.М. Страхова одним из лидеров советской и российской генетической литологии стал Ю.П. Казанский.

Лаборатория осадочных формаций и лаборатория литологии являлись организаторами Всесоюзных и Всероссийских совещаний по карбонатным формациям, по проблемам соленакопления, фосфоритообразования и литологии.

Третий этап развития литологических исследований в Институте связан с приходом в 1989 г. на должность заместителя директора ИГиГ, а затем – директора выделенного в составе Объединенного института геологии, геофизики и минералогии Института геологии нефти и газа (сейчас Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН) академика А.Э. Конторовича. По его инициативе началась перестройка работы лаборатории литологии, лаборатория осадочных формаций к этому времени была уже расформирована по ряду объективных и субъективных причин (отъезд в Москву А.Л. Яншина, а затем М.А. Жаркова и т.д.). Главными объектами изучения стали нефтегазоносные отложения верхнего протерозоя и фанерозоя платформенных областей Сибири и их складчатого обрамления. Важной особенностью нового этапа было проведение совместных работ с геологами-нефтяниками и широкое привлечение методов геофизических исследований скважин (ГИС).

В середине 90-х годов на базе лаборатории литологии была создана лаборатория седиментологии, которая в основном занималась и занимается исследованием нефтематеринских и нефтегазоносных комплексов Сибири (заведующий Ю.Н. Занин, с 2001 г. - Е.М. Хабаров). В 2003 г. в лаборатории был организован и оснащен новейшим оборудованием кабинет петрофизики, и в комплексе с литологическими и минералогическими начаты петрофизические исследования. Постепенно меняется кадровый состав лаборатории за счет появления выпускников НГУ (К.В. Зверев, И.В. Вараксина, О.Н. Злобина, П.А. Ян, В.Г. Эдер, О.В. Бурлева, А.Ю. Попов, О.Д. Николенко и др.), защищавших свои диссертации и становящихся полноправными членами литологического коллектива. Ежегодно в составе лаборатории работали от 7 до 10 аспирантов, магистрантов и студентов.

На территории Западной Сибири мезозойские отложения первоначально изучались под руководством д.г.-м.н. Ю.П. Казанского, позднее – под руководством Ю.Н. Занина и Л.Г. Вакуленко. Первыми объектами исследования стали юрские отложения глубоких скважин Уренгойского района (в том числе, сверхглубокой скв. ТСГ-6) и нижняя юра гигантской Талинской зоны газонефтенакопления. Менялись

районы работ и объекты изучения, но неизменным оставался комплексный подход с привлечением широкого круга минералого-петрографических, физико-химических и петрофизических методов, а также данных геофизических и палеонтологостратиграфических исследований. В 2000-х годах основными объектами стали среднеюрская угленосная глинисто-терригенная (тюменская свита), келловей-оксфордская морская сероцветная (васюганская свита и ее аналоги) и верхнеоксфордско-нижнеберриасовая черносланцевая (георгиевская и баженовская свиты) формации. Детально изучались их строение и состав, были построены локальные и региональные седиментационные модели. Разработана сиквенс-стратиграфическая модель келловей-оксфордских отложений. Уточнялась литостратиграфия васюганского горизонта на основе рассмотрения реперных уровней. Впервые на современном уровне было проведено описание следов жизнедеятельности и выполнен анализ ихнологических сообществ средне-верхнеюрских комплексов. Проводились исследования постседиментационных изменений алеврито-песчаных горизонтов. Выявлялись седиментационные и постседиментационные факторы формирования коллекторов. Важные результаты получены также при изучении мезозойских комплексов южной части Предъенисейской нефтегазоносной субпровинции, северных районов Западной Сибири.

Особое внимание уделялось изучению черносланцевых отложений мезозоя Западной Сибири – баженовской свиты и ее стратиграфических аналогов (Ю.Н.Занин, А.Г.Замирайлова, В.Г.Эдер). Особенностью исследований было использование современных прецезионных методов при детальном минералого-петрографическом и геохимическом изучении пород. Показана роль бактериальной деятельности при их формировании, впервые диагностированы строматолиты и онколиты в карбонатных породах – первые и единственные цианобактериальные постройки в мезозое Западно-Сибирского бассейна. Реконструировались условия формирования принципиально разных групп пород баженовской свиты. Полученные результаты опубликованы в многочисленных статьях в отечественных и зарубежных журналах. В 2010-х эти работы, под руководством А.Э.Конторовича, были выведены на новый уровень благодаря отбору уникальной коллекции образцов баженовского горизонта со всей Западной Сибири и ее аналитическому исследованию обширным комплексом литолого-минералогических, геохимических и петрофизических методов.

При изучении венд-триасовых отложений Западной Сибири и прилегающих зон Урала, Рудного Алтая и Салаира (С.В.Сараев, Т.П.Батурина, Г.И.Таныгин) были использованы методы детальных седиментологических исследований керна и естественных разрезов с привлечением петрохимических, геохимических и изотопных методов для установления состава палеоосадков и синхронных им вулканитов, типа вулканизма, его возраста (Ar-Ar-метод), геодинамической природы, состава источников сноса, палеоклимата, окислительно-восстановительных обстановок, палеосолености,

присутствия эксгальационного материала, степени постседиментационных преобразований.

На территории Восточной Сибири проводился седиментологический и бассейновый анализ (в современном их понимании) разнотипных осадочных отложений и бассейнов рифея и венда Енисейского кряжа, нефтегазоносных Байкитской и Непско-Ботуобинской антеклиз, Ангара-Ленской ступени, Прибайкалья и Патомского нагорья. Особое внимание уделялось изучению карбонатных и нефтематеринских черносланцевых формаций.

При изучении карбонатных формаций Е.М.Хабаровым с середины 90-х годов стали активно применяться изотопно-геохимические методы, которые способствовали региональной и межрегиональной корреляции осадочных комплексов, а также выявлению глобальных и региональных геологических событий. Детальное исследование карбонатных формаций с привлечением мировых материалов позволило обосновать исключительную роль микробиальных сообществ в докембрийском карбонатакоплении. Комплексные исследования рифейских карбонатных и вендских нефтегазоносных комплексов на территории Восточной Сибири (Е.М.Хабаров, И.В.Вараксина, И.В.Тумашов и др.) позволили реконструировать обстановки их седиментации, показать ведущую роль разномасштабных колебаний уровня моря при формировании циклически построенных осадочных комплексов с разнотипными коллекторскими свойствами, выяснить связь первичного состава пород и степени их постседиментационных преобразований, а также влияния их на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных горизонтов.

В результате детального исследования черносланцевых формаций Енисейского кряжа, Патомского нагорья, Прибайкалья и Байкитской антеклизы (Е.М.Хабаров, С.В.Сараев) выяснилось, что наиболее интенсивно их образование происходило в глубоководных частях задуговых стратифицированных бассейнов, ограниченных карбонатными шельфами с высокой биопродуктивностью и поднятиями вулканического происхождения. Геохимическое исследование черносланцевых отложений показало, что некоторые из них представляют интерес не только в качестве нефтематеринских формаций, но и в качестве объектов на поиск благородных и редкоземельных металлов.

На этом этапе Ю.К.Советов, не ставший связывать себя с нефтяным направлением, продолжил заниматься докембрийскими отложениями Сибирской платформы и окружающих складчатых областей, применяя седиментологические методы для понимания процессов, происходящих в осадочных бассейнах. Показывая, как устроен тот или иной осадочный комплекс Ю.К.Советов выходит на проблемы расчленения и корреляции древних отложений, тектонику и геодинамику бассейнов. Зачастую им высказываются идеи и положения дискуссионного характера, которые в дальнейшем долго обсуждаются противниками и сторонниками его теорий. Так впервые в его публикациях показаны форландовый тип вендского бассейна, ледниковый горизонт

в венде, гигантская древняя река и др. Со своими докладами Ю.К. Советов постоянно выступает на международных геологических и седиментологических конгрессах и совещаниях и входит в когорту известных российских литологов.

В последнее десятилетие лаборатория седиментологии под руководством Е.М.Хабарова, а с 2014 г. – П.А.Яна продолжает комплексные седиментологические и петрофизические исследования нефтегазоносных комплексов мезозоя Западной Сибири, палеозоя Западной Сибири и рифея-венда Восточной Сибири. Исследования, как и ранее, ведутся по пяти направлениям:

- 1) детальное седиментологическое изучение разрезов с использованием данных ГИС и сейсмопрофилирования с выяснением и типизацией осадочных систем и седиментационных обстановок;
- 2) минералогическое, петрографическое и изотопно-геохимическое изучение постседиментационных изменений осадочных пород с оценкой их влияния на фильтрационно-емкостные свойства;
- 3) геохимическое, изотопно-геохимическое, изотопно-геохронологическое исследование отложений с целью возрастной и бассейновой корреляции;
- 4) инструментальное определение коллекторских и петрофизических свойств пород;
- 5) синтез седиментологических, петрографических, геохимических, изотопно-геохимических и инструментальных данных с целью выявления разномасштабных седиментационных событий, которые сопровождаются существенными перестройками седиментационных систем и контролируют, соответственно, распределение и качество коллекторов и флюидоупоров.

Литология, как наука о разноранговых осадочных толщах, их составе, свойствах и закономерностях формирования, всегда будет оставаться одной из основ осадочной геологии, обладающей своей специфической методикой познания. При этом, как и всякая экспериментальная дисциплина, она является весьма трудозатратной и дорогостоящей. А это означает, что в ближайшем обозримом будущем специалистам в области литологии не стоит ожидать милости от сильных мира сего. В современных рыночных условиях управление геологической и научной отраслями сосредоточено в руках прагматичных менеджеров, ориентированных в первую очередь на быстрый оборот капитала. Это выражается в значительных капиталовложениях в различные инновационные проекты, смене парадигмы финансирования научных исследований с плановой на конкурсную основу, внедрением формального подхода к оценке результативности научной деятельности. Геологические науки и развитие минерально-сырьевой базы не являются приоритетными в программных документах нашего правительства. Усилившийся дисбаланс уровня оплаты труда в производственных компаниях и Институтах привел к тотальному оттоку кадров из Науки, в первую очередь, молодых. Наблюдается отчетливое смещение «центров роста» из академической и

министерской геологии в сторону корпоративных научно-технических центров, соответственно теряется системность и масштабность исследований. Исключения могут составить лишь некоторые ВУЗы. За этим закономерно в ближайшие 10-15 лет может последовать деградация и утрата ряда научных школ и направлений.

В создавшихся условиях приоритетными задачами для сохранения литологии, как целостной и самостоятельной научной дисциплины, представляются:

1) Укрепление единства научного сообщества. Чрезвычайно важным является сохранение Научного совета по литологии и осадочным полезным ископаемым (Межведомственный литологический комитет) при ОНЗ РАН и литологических совещаний разного ранга.

2) Акцентирование внимания специалистов на реализации интерпретационного потенциала полученных результатов, на их преломлении в свете фундаментальных представлений о процессах развития литосферы.

3) Укрепление позиций отечественных научных журналов и высшего образования. В русле проводимой политики, ориентированной на западные модели, этого сделать невозможно.

4) Развитие международного сотрудничества. Однако расширение присутствия российских идей и достижений на иностранных научных мероприятиях и в зарубежных журналах должно быть не самоцелью, а являться естественным следствием устойчивого и системного развития отечественных литологических школ.

Литература

1. История развития Института геологии и геофизики СО (АН СССР и РАН) и его научных направлений – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – 907 с.

*Н.М. Недоливко, Л.А. Краснощекова, Т.Г. Тен, О.С. Чернова, М.В. Шалдыбин
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, Томск*

ТОМСКАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА

Основы для становления томской литологической школы были заложены с момента учреждения 29 мая (11 мая по н.с.) 1896 г. и открытия 9 октября (22 по н.с.) 1900г. горного отделения Томского технологического института Императора Николая II (ТТИ) и связаны с такими великими именами, как В.А.Обручев, М.А.Усов, А.В.Лаврский, Н.С.Пенн, М.К.Коровин, К.Е.Габуня, Н.Н.Павлов, Б.Л.Степанов, К.Г.Тюменцев, А.М.Кузьмин, А.В.Арсентьев, Н.Н.Урванцев и других исследователей месторождений золота, железных руд и каменного угля [1]. В то время литология носила в основном прикладной характер, а как самостоятельное научное направление начала

развиваться с момента создания в сентябре 1952 г. кафедры горючих ископаемых (приказ № 851 ректора института А.А.Воробьева) под руководством профессора А.В.Аксарина.

С конца 60-х – начала 70-х гг. в связи с разведыванием и открытием крупных нефтегазовых месторождений литологическое направление научных исследований приобретает все более широкомасштабный и более специализированный характер – литологическое обеспечение поисков и разведки залежей углеводородов, сосредоточенных в томских недрах. Слабая изученность бурением, значительные объемы поднимаемого керна требовали проведения оперативных литологических исследований, которые проводились в тесном сотрудничестве с ведущими томскими геологическими предприятиями. Специалисты-литологи выезжали в кернохранилища Александровской, Васюганской, Каргасокской НГРЭ и др. для отбора и описания каменного материала, который ложился в основу хоздоговорных работ и выливался в научно-производственные отчеты. Тематика отчетов охватывала широкий спектр нерешенных вопросов (от выяснения литологических особенностей пород, условий их образования и залегания до анализа влияния стадияльных и внестадияльных процессов на формирование пород-коллекторов), распространялась на значительный стратиграфический интервал – от палеозоя до юры и мела, включала исследования по географически различным объектам Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Томская и Тюменская области, Красноярский край).

Первые шаги в самостоятельном становлении нефтегазовой литологии в Томском политехническом были сделаны выпускниками геологоразведочного факультета к.г.-м.н., доцентами А.Ф.Сенаколисом и Н.Ф.Столбовой. Круг научных интересов Адольфа Фёдоровича касался изучения литологического состава осадочных формаций Сибири, стратиграфии и литологии кембрия Сыдо-Ербинской (Северо-Минусинской) впадины, перспектив нефтегазоносности палеозойских карбонатных толщ Томской области. Он руководил хоздоговорными работами с Забайкальским КНИИ и объединением «Томскнефть». Столбова Нэля Фёдоровна., Отличник разведки недр, член межведомственного литологического комитета РАН РФ, МОРФ и Российского общества геологов нефтяников, автор более 100 научных работ, являлась организатором (1986) и руководителем петролого-геохимической лаборатории, создала научное направление «Литогеохимия нефтегазоносных осадочных объектов», отработала приемы прогноза нефтегазоносности на базе методов ядерной геохимии, организовала молодежное научное объединение «Литолог», занявшее 3 место среди 23 молодежных научных объединений университета; подготовила дипломантов Минвуза РФ, лауреатов премии Томской области в сфере науки и образования. В целях методического обеспечения учебных дисциплин Н.Ф.Столбовой изданы учебные пособия по петрографии осадочных пород, литологии, оптической минералогии. Под ее руководством защитили кандидатские диссертации доценты М.И.Шаминава, М.В.Шалдыбин, Е.Р.Исаева.



Рисунок. Представители литологической школы
Томского политехнического университета.

Идейным вдохновителем еще одного научного направления – литолого-геофизического – стала Почетный нефтяник, к.г.-м.н. доцент А.В.Ежова – автор учебника «Литология» и учебных пособий, научных статей, научных отчетов с ведущими предприятиями нефтегазового профиля Томской области, разработчик методики оценки нефтенасыщенности низкоомных коллекторов в юрских отложениях Западно-Сибирской плиты. Имея огромный опыт работы в производственных и научно-исследовательских организациях, Александра Викторовна создала в рамках Лаборатории литологии сплоченный научный коллектив и привлекла к исследовательской работе не только молодых сотрудников, но и студентов, занимавшихся литологическими исследованиями в составе курируемого ею студенческого научного общества «Нефтяник». Несомненной заслугой ее является создание совместно с сотрудниками лаборатории уникальной коллекции каменного материала и шлифов осадочных пород месторождений Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Широкие научные взгляды и многогранность А.В.Ежовой отражает сфера ее научных интересов: литология и условия образования осадочных толщ, палеогеографические основы нефтегазоносности; закономерности образования, преобразования и распространения пород-коллекторов и пород-флюидопоров; геологическая интерпретация промыслово-геофизических параметров. Под ее руководством подготовлены и защищены 8 кандидатских диссертаций [2], в том числе диссертации О.С.Черновой, Т.Г.Тен, Н.М.Недоливко, Т.Г.Перевертайло, продолжающих дело своего учителя.

Говоря о направлении развития литологии политехнического университета, нельзя не отметить тесное сотрудничество с геологами Томского государственного

университета, в стенах которого учились и получили первые навыки работы с веществом сотрудники ТПУ – Н.М.Недоливко, М.И.Шамина, Л.А.Краснощекова.

Большой вклад в обеспечение литологических исследований, создание лабораторной базы и программного обеспечения внесен заведующим кафедрой геологии горючих полезных ископаемых академиком РАЕН к.г.-м.н. доцентом В.Н.Ростовцевым, заведующим лабораторией Литологии к.г.-м.н. доцентом Г.М.Волощуком, заведующим кафедрой геологии и разработки нефтяных месторождений к.г.-м.н. доцентом Б.Б.Квеско, заведующим кафедрой геологии и разведки полезных ископаемых д.г.-м.н. профессором А.К.Мазуровым.

В настоящее время в Инженерной школе природных ресурсов в стенах Национального исследовательского Томского политехнического университета литологические исследования проводятся в нескольких направлениях.

1. Разработка технологий по построению геолого-седиментационных моделей нефтегазоносных резервуаров, литолого-фациальный анализ нефтегазоносных толщ Западной Сибири; секвенс-стратиграфия осадочных толщ; создание стратиграфического каркаса и корреляция нефтегазоносных горизонтов; исследования кернового материала; интерпретация данных ГИС с увязкой кернового материала при реконструкции фациальных и седиментационных моделей нефтегазоносных резервуаров; прикладные исследования в области нефтяной геологии (д.г.-м.н., профессор О.С.Чернова, автор методических рекомендаций по проведению текстурного анализа, статей, научных отчетов, учебных пособий) [3].

2. Петрография осадочных пород, стадийный анализ и постседиментационные преобразования терригенных толщ, палеогеографические реконструкции условий осадконакопления; исследование пространственной литолого-петрофизической неоднородности продуктивных коллекторов месторождений нефти и газа на палеомагнитно ориентированном керне (к.г.-м.н., доцент Л.А.Краснощекова, автор статей, учебных пособий, научных отчетов) [2].

3. Палеогеографические реконструкции и литолого-фациальный анализ продуктивных терригенных отложений Западно-Сибирской НПП (к.г.-м.н., доцент Т.Г.Тен, автор статей, учебных пособий, научных отчетов).

4. Литологический состав, условия формирования, вторичные преобразования и коллекторские свойства вендских и палеозойских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы (к.г.-м.н., доцент А.Е.Ковешников, Отличник разведки недр, автор статей, учебных пособий, научных отчетов).

5. Литология нефтегазоносных толщ; литолого-фациальные предпосылки и условия формирования осадочных толщ; стадийные и внестадийные процессы и вторичные изменения нефтегазовмещающих пород (к.г.-м.н., доцент Н.М.Недоливко, автор статей, учебных пособий, научных отчетов).

6. Минералогия глин обломочных пород и влияние глинистости на фильтрационно-емкостные свойства обломочных пород-коллекторов (к.г.-м.н., доцент М.В.Шалдыбин, автор статей, научных отчетов. Исследования проводятся совместно с АО «ТомскНИПИнефть»).

7. Литолого-геохимические критерии нефтегазоносности палеозойских и мезозойских отложений Западно-Сибирской НГП (к.г.-м.н., доцент М.И.Шамина, автор статей, учебных пособий, научных отчетов).

8. Геологическое моделирование месторождений нефти и газа, геологическая интерпретация геофизических данных (к.г.-м.н., доцент Т.Г.Перевертайло, автор статей, учебных пособий, научных отчетов).

9. Исследование закономерностей распределения урана в нефтегазоносных отложениях; определение роли флюидов в формировании фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и в аккумуляции залежей углеводородов; геохимические критерии выявления коллекторов и прогноз характера их насыщения (к.г.-м.н, доцент Е.Р.Исаева, автор статей, научных отчетов).

Литература

1. ...А песня еще не допета или 40 лет спустя / под ред. Л.П. Лазарева, В.А. Домаренко. 6-я редакция. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 366 с.
2. *Тен. Т.Г., Ростовцев В.Н.* В начале славных дел... // Томский политехник, 2016. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. №21. С. 78-87.
3. Электронная энциклопедия ТПУ. Интернет-ресурсы. Режим доступа: URL: <http://wiki.tpu.ru/wiki>

Н.Г. Нургалиева, Р.Р. Хасанов, В.П. Морозов
КФУ, Казань

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Развитие литологии в Казанском университете тесно связано с историей геологических исследований, которые ведут свое начало со времени основания Минерального кабинета (1804 г). Работа Минерального кабинета (с 1826 года – Минералогический) до 1864 года поддерживалась такими профессорами как К.Ф.Фукс, В.И.Тимьянский, Э.И.Эйхвальд, А.Я.Купфер, Н.Ф.Кулаков, А.Т.Покровский, Д.И.Протопопов, П.И.Котельников, П.И.Вагнер [11]. В январе 1865 г. было принято решение о создании еще одного самостоятельного подразделения - Геологического кабинета, первым заведующим которого стал Николай Алексеевич Головкинский, явившийся одним из выдающихся основоположников не только казанской, но и

русской геологической школы. Его работа «О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна» [3] стала важнейшей отправной точкой литологических исследований в Казанском университете. Пермские отложения Волго-Уральского региона являются стратотипическими для России со времени установления здесь Пермской системы Р.И.Мурчисоном [Мурчисон, 1841].

В работе Н.А.Головкинского [3] содержится первоначальная формулировка (за более, чем 30 лет до публикации Вальтера....) основного фациального закона, проводится моделирование слоеобразования на основе колебаний уровня моря (в современных терминах секвенс-стратиграфическая реконструкция), предвосхищается понимание различия между понятиями литостратиграфии, биостратиграфии и хроностратиграфии. Данная работа и многие другие работы Н.А.Головкинского послужили мощной стартовой площадкой для дальнейших литологических исследований в Казанском университете, прежде всего, на полигоне пермских отложений. Главным объектом исследования были выходящие на дневную поверхность в Камско-Волжском бассейне сложные по своему строению верхнепермские отложения (Зайцев, 1880, Кротов П.И., 1881, 1895–1898; Штукенберг, 1882; Никитин 1883, 1886, 1887; Амалицкий, 1886, 1887; Никитин, Штукенберг, Амалицкий, Павлов, Никитин, 1897; Ноинский, 1899) [11]. Итогом исследований стало выделение в 1915 году А.В.Нечаевым [14] трех хорошо известных ярусов – уфимского, казанского и татарского. Так завершился классический период становления казанской геологической школы. Ярчайшими представителями этого периода наряду с Н.А.Головкинским стали А.А.Штукенберг, А.В.Нечаев, М.Э.Ноинский, которые далеко продвинули фундаментальные литологические, методологические и методические аспекты, а также региональную литологию.

М.Э.Ноинский – один из последних учеников А.А.Штукенберга провел блестящие геологические исследования в Приказанском районе и в 1899 г. опубликовал свою известнейшую статью, посвященную описанию Печищинского разреза. Повторяемость в строении комплексов рассматривается М.Э.Ноинским как «отражение определенной цикличности в процессе развития и умирания на данной территории Казанского моря в течение конхиферового времени». Каждый выделенный Ноинским цикл начинается с богатых фауной карбонатов мелководной литорали-супралиторали и приливных равнин, сменяющихся плитчатыми гипсоносными доломитами засоленных лагун побережья, и, наконец, глинисто-мергельными образованиями застойных водоемов. Таким образом, в работах Ноинского получила второе дыхание одна из фундаментальных литологических идей, провозглашенных Н.А.Головкинским [3] - идея цикличности осадконакопления.

Крупный вклад в литологические исследования, проводимые университетом, был сделан Б.П.Кротовым [2]. Научные исследования кафедры минералогии и петрографии во главе с Б.П.Кротовым в 20-30-х годах XX века были посвящены минералогии,

петрографии и полезным ископаемым Поволжья, Приуралья и Урала. Б.П.Кротов в эти годы занимался проблемой образования доломитов верхнепермских отложений. Им была разработана теория образования доломитов путем химической реакции между сернокислым магнием морских вод и известковым илом [10]. К этому же времени относятся работы Б.П.Кротова по изучению особенностей таких минералов, как галит, флюорит, гипс, ангидрит в осадочных породах. Стратиграфия и фациальное строение пермских красноцветных отложений получили свое дальнейшее объяснение и в трудах выдающейся ученицы Ноинского – Е.И.Тихвинской. Литолого-фациальный анализ неизменно присутствовал во всех ее работах.

Литологическая направленность научных исследований в послереволюционные годы была обусловлена потребностью в местном сырье. В это время осадочные, главным образом, поверхностные образования начали разведываться на полезные ископаемые: казанские отложения на битум, серу, медь; юрские – на горючие сланцы; третичные – на уголь. С 1929 г. начались широкомасштабные комплексные геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические работы по долинам рек Волги и Камы в связи с проектируемой в районе Самарской Луки плотины для Куйбышевской гидроэлектростанции [2].

В годы Великой Отечественной войны тематика научных исследований в связи с требованием мобилизации местных природных ресурсов на нужды обороны углубляется в направлении поисково-разведочных работ на местное сырье, на решение проблем их использования и путей развития местных производительных сил. Эта работа проводилась по заданию Совета по производительным силам (СОПС) АН СССР, руководителем секции минерального сырья являлся профессор Л.М.Миропольский. К этому же времени относятся интенсивные нефтепоисковые работы и литологическая съемка поверхностного осадочного чехла Закамья.

К концу 1950-х годов сотрудниками кафедры минералогии в петрографии университета (В.А.Поляниным, В.М.Винокуровым и В.В.Корчагиным) и сотрудниками геологического института КФАН СССР (Н.В.Кирсановым, В.В.Семеновским, Г.Л.Миропольской, Е.Т.Герасимовой, В.К.Кезимовым и Г.П.Ильсовой) практически были закончены литологические исследования поверхностного осадочного чехла (от сакмаро-артинских до четвертичных) ТАССР и смежных регионов. Особо необходимо отметить опубликование Л.М.Миропольским монографии по топтогеохимии пермских отложений ТАССР [12] и в продолжение этих работ - литолого-геохимические исследования каменноугольных и девонских образований [2].

В целом, 1940-60е годы дали целую серию литологических работ, среди которых выделяются работы по литологии рудоносных сидеритовых осадочных толщ Кировской и Горьковской областей Г.Л.Миропольской; по условиям образования бокситов и перспективности поисковых работ на бокситы на территории Западной Сибири и Алтая А.И.Кринари; по литологии лингуловых глин Г.С.Ильсовой, по литологии

доманиковых отложений Татарии Т.Е.Даниловой; по литологии белебеевской свиты В.М.Винокурова; по литологии верхнеюрских отложений юго-западной части Татарской АССР В.В. Корчагина; по минералогии карбонатных руд и вмещающих их карбонатных пород Бакальского железорудного месторождения на Южном Урале В.А.Тимескова [2].

1960-80-е годы характеризовались тем, что в геологии шире используются физические теории и методы исследования природных объектов. Началось активное внедрение новых методов рентгенографии, термографии, люминесценции, магнитно-резонансных методов. Начатые В.М.Винокуровым на физическом факультете и продолженные впоследствии на кафедре минералогии работы по изучению магнитных свойств минералов заложили основу нового научного направления - физики минералов и горных пород [2].

На всем протяжении развития литологических исследований в современную эпоху неизменным было развитие биостратиграфии, без которой невозможен полноценный литолого-фациальный и формационный анализ. Здесь следует отметить вклад таких ученых как М.Г.Солодухо, А.К.Гусев, Б.В.Селивановский, В.А.Лукин, В.М.Игонин, В.Г.Халымбаджа, Н.К.Есаулова, Н.Л.Фомичева и др.

Литологические исследования в университете активно развивались также усилиями профессора И.С. Муравьева, известного работами в области изучения каменноугольных и пермских отложений [8].

Огромное значение в развитии литологической мысли имеют труды профессора В.И.Игнатьева [8], оставившего большое наследие по стратиграфии, тектонике и литологии перми и книги которого, например, «Формирование Волго-Уральской антеклизы в пермский период» и «Татарский ярус центральных и восточных областей Русской платформы», стали настольными книгами многих геологов. Активное участие в открытии новых страниц в изучении осадочных разрезов принимали В.П.Боронин и Б.В.Буров, стоявшие в 1960-е годы у истоков создания на кафедре геофизики палеомагнитной лаборатории, деятельность которой позволило начать развитие магнитостратиграфии, изучение магнитных минералов как индикаторов процесса осадкообразования и породообразования [1]. Полученные в этом направлении результаты были использованы для построения магнитостратиграфической шкалы поздней перми и раннего триаса (В.П.Боронин, Б.В.Буров, П.Г.Ясонов, П.П.Петров, Ю.П.Балабанов, Д.К.Нургалиев, И.Я.Жарков). При изучении записей вариаций геомагнитного поля в пермских породах, для оценки периодов колебаний палеомагнитного поля был проведен анализ микрослоистости пород и определены скорости накопления глинистых пород (Д.К.Нургалиев, Д.И.Хасанов, 1990-1994) [1].

Казанский университет со времени открытия «большой нефти» в Волго-Уральской провинции выступает одним из ведущих центров в области нефтегазовой геологии, и литологические исследования являются ее неотъемлемой частью. Наиболее значимые работы в этом отношении – это труды профессора В.И.Троепольского (первый

зав. кафедрой геологии нефти и газа) по изучению условий формирования нефтеносных свит девонских, каменноугольных и пермских отложений. Подробнейший литолого-фациальный анализ живецких отложений юго-востока Татарстана был проведен и в работе другого выдающегося ученого кафедры геологии нефти и газа – доц. С.С.Эллерна. В совместном труде «Геологическое строение и нефтеносность Аксубаево-Мелекесской депрессии» (1964) Троепольский и Эллерн непременно опираются на рассмотрение литологии и фаций девона, карбона и перми как базового компонента для интерпретации нефтегеологического развития рассматриваемой территории. Эта традиция развивается и в работах доцентов В.Н.Напалкова, Э.З.Бадамшина, Н.П.Лебедева, Р.К.Тухватуллина, В.М.Смелкова, Б.В.Успенского, Н.Г.Нургалиевой.

Сегодня Казанский университет располагает богатейшим наследием в области литологии, как по теоретическим подходам, так и фактическому материалу в виде керновых коллекций, измерений и данных по петрографии осадочных пород, литостратиграфии, биостратиграфии, магнитостратиграфии, геофизике, петрофизике, литогеохимии. Теоретический фундамент и фактический материал являются основой для развития литологии как в сугубо специальных литологических работах, так и в работах, смежных с литологией. Смежность, или междисциплинарность, выступает сегодня непременным атрибутом всех геологических исследований и литология в них – обязательный дисциплинарный компонент. Литологические исследования в Казанском университете стремятся быть в русле современных научных тенденций. Наиболее разрабатываемыми областями литологических исследований в Казанском университете сегодня являются: петрография осадочных пород: петрографические и литологические методы исследований, вещественный состав, структура и геохимия осадочных горных пород, стадийный анализ литогенеза, циклический анализ.

Литература

1. Боронин В.П., Нургалиев Д.К., Хабибуллин Р.К. История возникновения геофизической специальности и кафедры геофизических методов разведки. Интернет-ресурс.
2. Винокуров В.М., Бахтин А.И. История кафедры минералогии и петрографии. Интернет-ресурс.
3. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна // Материалы по геологии России. Казань. 1868. Т.1. 145 с.
4. Есаулова Н.К., Королев М.Е. История развития гидрогеологии и кафедры общей геологии и гидрогеологии. Интернет-ресурс.
5. Игнатьев В. И. Формирование Волго-Уральской антеклизы в пермский период. Казань: Изд-во КГУ. 1976. 176 с.
5. Игнатьев В.И. Татарский ярус центральных и восточных областей Русской платформы. Казань: Изд-во Казанского университета. 1962. Ч. 1. Стратиграфия. 334 с.
7. Игнатьев В.И. М.Э.Ноинский – преемник идей Н.А.Головкинского // Материалы по геологии Волжско-Камского края. Казань: КГУ. 1978

8. *Изотов В.Г., Пеньков И.Н.* История кафедры полезных ископаемых и разведочного дела геологического факультета. Интернет-ресурс.
9. История развития кафедры региональной геологии. Интернет-ресурс.
10. *Кротов Б. П.* Доломиты, их образование, условия устойчивости в земной коре и изменения в связи с изучением доломитов верхних горизонтов казанского яруса в окрестностях г. Казани // Труды Казанского об-ва естествоиспытателей. Казань. 1914. 90 с.
11. Материалы чтений, посвященных 170-летию Н.А.Головкинского, 160-летию А.А.Штуkenберга, 200-летию Геологического музея. Казань. 2004. 187 с.
12. *Мирополюский Л. М.* Топогеохимическое исследование пермских отложений в Татарии. М.: Изд-во АН СССР. 1956. 264 с.
12. *Мурчисон Р.И.* Краткий отчет о геологическом путешествии по России в 1841г. // Горный журнал. Ч 19. Кн. II. 1841.
13. *Напалков В.Н., Гордеев Е.В.* История кафедры геологии нефти и газа. Интернет-ресурс.
14. *Нечаев А.В.* Казанский и уфимский ярусы пермской системы // Геол. вестник. 1915. Т. I. СПб. Вып. 1. С. 20-31.
15. *Ноинский М.Э.* Разрез пермской толщи, выступающей на правом берегу р. Волги близ с. Печищи против г. Казани // Тр. Казанск. об-ва естествоиспытателей. 1899. Т. XXXII. Вып. 6. 34 с.
16. *Ноинский М.Э.* Некоторые данные относительно строения и фациального характера казанского яруса в Приказанском районе // Известия Геологического Комитета. 1924. Т.13. № 6. С.565-632.
17. *Сементовский Ю. В.* Условия образования месторождений минерального сырья в позднепермскую эпоху на востоке Русской платформы. Казань: Таткнигоиздат. 1973. 255 с.
18. *Силантьев В.В., Лукин В.А.* История кафедры исторической геологии и палеонтологии и ее истоки. Интернет-ресурс.
19. *Трополюский В.И., Эллерн С.С.* Геологическое строение и нефтеносность Аксубаево-Мелекесской депрессии. Казань: Изд-во КГУ. 1964. 658 с.

Ю.В. Попов

ЮФУ, Ростов-на-Дону

СТАНОВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ В РОСТОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ В 1915 - 1920 ГГ.

Основа геологических направлений, сформировавшихся в созданном в г.Ростов-на-Дону университете, заложена плеядой выдающихся ученых, служивших в Императорском Варшавском университете Министерства народного просвещения (открытом 12.10.1869 г.) на основе Варшавской главной школы (открытой в 1862 г.). В 1915 году университет из Варшавы спешно эвакуируется сначала в Москву, а затем и в Ростов-на-Дону. Устав и структура университета сохраняются, но профессорский состав заметно сократился. Геологическое направление по-прежнему было

представлено кафедрой минералогии, геогнозии и палеонтологии в структуре физико-математического факультета. В 1916–1917 гг. экстраординарным профессором по кафедре и заведующим геолого-палеонтологическим кабинетом являлся магистр минералогии и геогнозии Императорского Московского университета Н.А.Григорович-Березовский (с 1918 г. ординарный профессора по этой кафедре); временными преподавателями служили доктор минералогии и геогнозии Императорского Казанского Университета А.М.Зайцев (с 1917 г. – приват-доцент, исполнял обязанности в звании заслуженного профессора в 1918-1919 гг.), бывший ординарный профессор Императорского Томского Университета, магистрант П.И.Лебедев; старший ассистент при кафедре минералогии, геогнозии и палеонтологии по предмету геологии и палеонтологии – окончивший Императорский Новороссийский Университет Е.А.Гапонов. Младшие ассистенты при кафедре минералогии, геогнозии и палеонтологии: по предмету минералогии – кандидат естественных наук Императорского Варшавского Университета А.И. Воскресенский, по предмету геологии и палеонтологии – окончивший Императорский Петроградский Университет Я.Т.Самсонович.

Цикл геологических дисциплин в 1916–1917 ак. году включал 8 предметов: «Кристаллографию», «Минералогию», «Петрографию», «Основы физико-химической кристаллографии», «Генезис минералов», «Физическую геологию», «Палеонтологию», «Историческую геологию».

В 1917 г. университет покидают Е.А.Гапонов и Я.Т.Самсонович. Вакантные должности занимают выпускница Высших женских курсов Л.В.Хмелевская и слушательницы, специализировавшиеся по геологическим предметам – М.К.Бельштерли, Л.Э.Ротман, О.Некрасова. В 1918 г. в университет приходит опытный геолог Д.И.Иловайский (1878–1935) – магистрант геологии, состоявший приват-доцентом Московского университета.

Несмотря на непростую ситуацию, продолжается научная и издательская деятельность, проводятся защиты диссертаций. 16.04.1917 г. проведена защита диссертации на соискание степени доктора минералогии и геогнозии Н.Н.Смирнова (с 1918г. профессор и зав. кафедрой петрографии Московского университета), 24.02.1919г. - П.Н.Чирвинского, профессора Новочеркасского политехнического института; в 1918г. степень доктора геогнозии и минералогии без предъявления диссертации присуждена Н.И.Криштафовичу. Студенческие исследования были ориентированы на изучение геологии Юга России: медальные темы в 1918г. - «Геологический профиль Ростов – Новочеркасск» (проф. Н.А.Григорович-Березовский), «Гранитные породы Кавказа» (проф. А.М.Зайцев). Издаются несколько учебных изданий, подготовленных А.М.Зайцевым: «Краткий курс геологии, издание для медицинского отделения Тифлиских Высших Женских Курсов», «Краткий курс кристаллографии. Второе издание» (1917 г.), «Краткий курс описательной минералогии. Издание для студентов-

медиков и фармацевтов», «Краткий очерк возникновения и деятельности минералогического кабинета Донского Университета», «К познанию природы. Лекции, прочтённые на учительских курсах в Новочеркасске» (1918 г.), «Краткий конспект по петрографии» (1919 г.). Сотрудники принимали участие в деятельности Общества Естествоиспытателей (Н.А.Григорович-Березовский сделал доклад на тему «Научная деятельность В.И.Амалицкого», 1918 г.) и студенческого кружка любителей естествознания (П.И. Лебедев прочитал доклад «О минеральных источниках Северного Кавказа в связи с их общими свойствами и генезисом», 1918 г.).

К 1920 г. оформляются как подразделения физико-математического факультета две геологические кафедры – кафедра минералогии и кристаллографии и кафедра геологии и палеонтологии, воссоздаются минералогический и геологический кабинеты. В начале 1920-х годов геологический кабинет включал три комнаты и фотолабораторию общей площадью 65 кв. сажен, геологические и палеонтологические коллекции составляли до 1000 образцов. Состав кафедры минералогии и кристаллографии: проф. П.И.Лебедев, преп. А.И.Воскресенский, студентка, преп. М.К.Бельштерл, студентка, научный сотрудник Л.Э.Ротман, служители минералогического кабинета П.К.Красиков и Е.К.Красикова, студентка, препаратор О.Некрасова. Сотрудники кафедры читали курсы «Кристаллография», «Минералогия», «Петрография», «Рудные месторождения Юго-востока России», «Методика оптического исследования минералов» [1]. Состав кафедры геологии и палеонтологии: проф. Н.А.Григорович-Березовский, проф. Д.И.Иловайский, преп. Л.В.Хмелевская, препаратор Сцепуро и служитель геологического кабинета О.П.Гирей; в 1920 г. на вакантную должность преподавателя был избран еще один опытный геолог – Владимир Дмитриевич Голубятников. Кафедра обеспечивала курсы «Общий курс геологии», «Историческая геология», «Палеонтология», «Геология Юго-востока России», «Гидрогеология», «Динамическая геология», «Палеофитология», «Приёмы и методы полевых исследований», «География России».

Литература

1. *Попов Ю.В.* Страницы истории Южного федерального университета. История геологических кафедр 1869-1925 гг. - Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2015. 52 с.

Н.И. Бойко

ЮФУ, Ростов-на-Дону

РОСТОВСКАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА

Ростовская литологическая школа берет своё начало со времен Варшавского университета и на всем протяжении своей истории неразрывно связана с кафедрой

минералогии и петрографии, которая была создана ещё в 1898 г. В дореволюционное время кафедру возглавляли такие крупнейшие российские геологи, как член-корреспондент Академии наук А.Е. Лагорио, профессора Г.В. Вульф, и В.П. Амалицкий. Из Варшавы с университетским коллективом в 1915 году в Ростов-на-Дону переехали три геолога: профессор А.М.Зайцев, доценты П.И.Лебедев и Н.А.Григорович-Березовский.

Основоположниками Ростовской литологической школы с полным основанием можно считать профессоров Д.П.Сердюченко и И.Д.Седлецкого. Д.П.Сердюченко возглавлял кафедру минералогии и петрографии с 1932 по 1938 г. Его работы посвящены прогнозированию и поискам месторождений полезных ископаемых Северного Кавказа, исследованию их вещественного состава и генезиса. Под руководством Д.П.Сердюченко в 30-е гг. проводилось успешное изучение разнообразных осадочных пород Азово-Черноморского края. В 1933 г. вышел капитальный труд Д.П.Сердюченко и П.Н.Чирвинского «Справочник по полезным ископаемым Северо-Кавказского края», получивший высокую оценку академика А.Е.Ферсмана.

В период с 1946 по 1953 г. кафедру возглавлял известный ученый профессор И.Д.Седлецкий. Под его влиянием основным научным направлением стала коллоидно-дисперсная минералогия глинистых пород и почв. В это время на кафедре защитили кандидатские диссертации аспиранты: Герой Советского Союза С.Я.Орехов, П.П.Кохановский, А.А.Ракитин, В.И.Джумайло, С.Н.Голубев, П.С.Самодуров. Позднее защитились В.П.Ананьев (будущий ректор РИСИ), М.А.Ротко (впоследствии проректор Туркменского политехнического института), Е.Г.Куковский (будущий член-корр. АН СССР, сотрудник АН УССР) и многие другие.

В 1949 г. на кафедре заключен первый в Ростовском университете хоздоговор по изучению состава осадочных пород района Волго-Донских гидротехнических сооружений. Профессором И.Д.Седleckим и его учениками были проведены широкие исследования и опубликованы десятки статей, касающихся изучения глинистых пород и лессов Северного Кавказа, Донбасса, Китая, Венгрии, илов реки Дон и Азовского моря. В некоторых работах принимали участие академики В.А.Обручев, Д.С.Белянкин. К выполнению научных исследований привлекались многие студенты факультета.

В течение 25 лет (с 1953 по 1977 г.) кафедрой руководил профессор И.А.Шамрай, широко известный специалист в области минералогии и петрографии осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых. За время работы в Ростовском университете (с 1933 г.) И.А.Шамраем опубликовано более 100 работ, в которых рассматриваются главным образом вопросы литологии и генезиса экзогенных месторождений полезных ископаемых.

И.А.Шамраем проведены детальные исследования палеогеновых отложений юга России. Он установил породообразующую роль и корреляционное стратиграфическое значение развитых в них кокколитофоридов. Заслуживают внимания работы

И.А.Шамрая по проблеме морского аутигенного минералообразования и рудообразования. Во время руководства профессора И.А.Шамрая на кафедру пришли молодые ученые, успешно занимавшиеся исследовательской деятельностью в аспирантуре и на производстве - доценты В.Н.Труфанов, С.А.Куршев, Ю.Г.Майский, И.В.Голиков-Заволженский, А.Т.Ушак, В.И.Седлецкий, В.К.Кабалов и другие.

С 1977 г. кафедру возглавил профессор В.И.Седлецкий. Состав кафедры в это время достигал 50 человек. Ученая степень кандидата геолого-минералогических наук была присвоена А.А.Байкову, В.С.Деревягину, Н.И.Бойко, А.Г.Грановскому, Б.В.Талпе, М.М.Рышкову, В.Н.Шведову, Е.М.Пушкарскому, Н.В.Грановской, Ю.В.Агаркову, А.Э.Хардикову, Д.Б.Давиденко, вьетнамским аспирантам. Активную роль в деятельности кафедры в это время играют студенты. За десятилетний период (1982-1991 гг.) были организованы студенческие экспедиции на Памир, Тянь-Шань, в восточную и западную Туркмению, на Кавказ, в Крым и другие регионы нашей страны. При непосредственном участии В.И.Седлецкого выявлены и детально изучены крупные месторождения калийных солей, серы, целестина в Средней Азии и на Северном Кавказе.

Благодаря усилиям кафедры и особенно ее сотрудников А.А.Голиковой-Заволженской и Ю.В.Агаркова был восстановлен минералогический музей, играющий важную роль в учебном процессе и профориентационной работе на геолого-географическом факультете. Его фонды содержат многочисленные образцы минералов и горных пород нашей и многих зарубежных стран. Ежегодно музей посещает более 4 тыс. школьников, студентов, экскурсантов.

Признанием научного авторитета и заслуг коллектива является проведение совместно с Академией наук и другими организациями семинаров, конференций, школ, совещаний, ставших ежегодными. Сотрудниками получены дипломы первооткрывателей месторождений, медали ВДНХ, авторские свидетельства. Сотрудники кафедры принимают участие в международных геологических конгрессах и совещаниях.

С 1997 г. заведует кафедрой и возглавляет Ростовскую литологическую школу ученик проф. В.И.Седлецкого – профессор Н.И.Бойко. Он является известным специалистом в области минерализации осадочных формаций. Н.И.Бойко участвовал в международных морских геологических экспедициях в Южную и Центральную Атлантику, Средиземное море, принимал участие в наземных экспедициях на территории Бразилии, Сирии, Кипра.

За последние годы преподавателями и сотрудниками кафедры опубликовано около 500 статей и более 20 монографий.

А.Д. Савко, Д.А. Иванов
ВГУ, Воронеж

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

Воронежский университет был образован указом В.И.Ленина в 1918 году и связан с переводом Юрьевского (Тартуского) университета в Воронеж. В университете среди других учебных подразделений имела кафедра геологии, на основе которой в 1934 году был организован геологический факультет. В его составе преподавали видные ученые в области осадочной геологии, основавшие литологическую школу ВГУ. С тех пор по настоящее время в её деятельности принимали участие шесть поколений ученых-литологов (рисунок). Они внесли большой вклад в исследования и открытие месторождений различных видов минерального сырья в бывшем СССР, а также ряде зарубежных стран. Но основные работы проводились в пределах Воронежской антеклизы.

У истоков воронежской школы литологии в конце тридцатых годов стояли первый декан факультета А.А.Дубянский, последующие Е.К.Лазаренко, Г.П.Горшков, а также заведующий кафедрой исторической геологии Д.И.Дамперов. Но масштабные работы в области осадочной геологии начали осуществляться с приходом на факультет фронтовиков. В это время были заложены два основных направления – литология осадочных и осадочно-метаморфических пород. Первое возглавил крупный ученый проф. С.Г.Вишняков, приглашенный из Ленинграда, второе – Н.А.Плаксенко, известный специалист в области изучения железистых кварцитов. Одновременно с ними вели исследования и готовили учеников М.Н.Грищенко в области литологии четвертичных отложений, Н.П.Хожайнов, изучавший терригенные отложения и В.П.Семенов, который занимался палеогеновыми образованиями.

Вопросами литологии осадочно-метаморфических пород КМА занимался Н.А.Плаксенко, на Кольском полуострове – академик А.В.Сидоренко и проф. М.С.Точилин, работавшие до войны по окончании учебы ассистентами на геологическом факультете и были учениками создателей факультета. А.В.Сидоренко вообще является основателем осадочной геологии докембрия, М.С.Точилин защитил докторскую диссертацию по липецким железным рудам, а затем изучал джеспилиты КМА и Балтийского щита. Этот ученый совмещал работу в Кольском филиале АН СССР с преподаванием в Воронежском университете.

Расцвет исследований в области литологии приходится на 60-80 годы прошлого столетия. Это время обширных геолого-разведочных работ и их научного сопровождения. Проводилось опорное бурение, открывались месторождения железных руд и бокситов на КМА, медно-никелевых в Воронежской, титан-циркониевых

россыпей в Тамбовской, карбонатных в Липецкой областях. Полученные данные по месторождениям изучались, обобщались, использовались в прогнозных построениях.

В это время вышли из печати крупные работы «Геология, гидрогеология и железные руды КМА» коллектива авторов, «Главнейшие закономерности железорудного накопления в докембрии» Н.А.Плаксенко, «Палеоген Воронежской антеклизы» В.П.Семенова, «Глинистые породы верхнего протерозоя и фанерозоя Воронежской антеклизы» А.Д.Савко и ряд других монографий. Публикуются тематические сборники, многочисленные статьи в местных, центральных и зарубежных изданиях, защищаются кандидатские и докторские диссертации по литологии.

В годы перестройки резко упал объём геолого-разведочных работ, а следовательно и поступление каменного материала. Но Министерство природных ресурсов для поддержки учебного процесса и подготовки геологов-съёмщиков в 1992 г. поручило вести геолого-съёмочные работы ГДП-200 в регионе силами литологов ВГУ. Научные работы были сосредоточены на изучении преимущественно неметаллического сырья. Исследовались огнеупорные и тугоплавкие глины, бентониты, фосфориты, кремнистое и карбонатное сырьё. Открыта цеолитоносная провинция в кайнозойских отложениях. Полученные научные результаты легли в основу нескольких монографий: «Коры выветривания Восточно-Европейской платформы», «Фосфориты ЦЧР», «Титан-циркониевые россыпи ЦЧР» и другие. Работы по ГДП-200 продолжаются по настоящее время. За этот период было подготовлено к изданию 11 листов государственных геологических карт второго поколения.

В начале XXI столетия литологические исследования продолжались. Их особенностью было широкое внедрение компьютерных технологий и прецизионных методов исследований. Это сказалось на резком усилении работ по осадочно-метаморфическим комплексам раннего докембрия. Полученные радиологические датировки возрастов и данные изотопной и элементной геохимии позволили определять условия и геодинамические обстановки формирования осадочных бассейнов архея и протерозоя.

Тематика изучения толщ фанерозоя пополнилась работами по золото- и алмазоносности региона. Составленный Атлас фациальных карт (54 стратиграфических подразделения) явился основой для прогнозных построений при поисках осадочных полезных ископаемых. За время деятельности литологической школы ВГУ опубликованы десятки научных монографий и сотни статей в различных изданиях. Некоторые из них, отражающие лицо школы, приведены в таблице. Результаты проведенных работ использовались в учебном процессе при создании методических пособий «Эволюция геологических процессов в истории Земли», «Геология Воронежской антеклизы», «Минерогения кор выветривания», «Историческая минерогения и др.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ (МОСКВА, 2020)



Рисунок. Литологи кандидаты и доктора наук – воспитаники литологической школы ВГУ.

За время работы учеными литологической школы Воронежского государственного университета было защищено более 50-ти кандидатских и более 20-ти докторских диссертаций (рисунок).

На современном этапе литологические исследования продолжаются. Они помимо научной имеют практическую направленность. Это позволяет литологической школе Воронежского университета в современных условиях сохранять и сочетать исследовательскую деятельность с учебным процессом.

Публикации литологической школы Воронежского университета

Таблица

Годы	Литология раннего докембрия	Литология фанерозоя		
1	2	3		
2011-2020	Геологическая карта раннего докембрия территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000. Авторы Ю.Б. Богданов, А.Н. Семенова, К.А. Савко и др. - 2019. <i>Савко К.А., Кузнецов А.Б., Овчинникова М.Ю.</i> Карбонатные отложения Восточной Сарматии: условия образования и	<i>Сиротин В.И.</i> Современные и древние обстановки осадконакопления и фации. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 98. – 2017. - 111 с. <i>В.И. Сиротин, Е.Е. Белявцева.</i> Бокситы КМА. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 93. 2016. – 104 с.	<i>Савко А.Д.</i> Минерагеня кор выветривания. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 95. – 2016. 136 с. <i>Шевырев Л.Т., Черешинский А.В.</i> Историко-минерагенический анализ распределения летучих элементов в поверхностной	<i>Глушков Б.В. Холмовой Г.В.</i> Плейстоцен и голоцен Воронежской области. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 104. 2019. 202с <i>Глушков Б.В. Холмовой Г.В.</i> Квартер ЦЧЭР. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 92. 2016. 241 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ (МОСКВА, 2020)

	палео-континентальные корреляции// Стратигр.. Геол. Корреляц., 2020, том 28, № 3, с. 3–25. <i>Савко К.А., Базиков Н.С., Артеменко Г.В.</i> Геохимическая эволюция железисто-кремнистых формаций ВКМ в раннем докембрии // Там же., 2015, т. 23, № 5, с. 3–21. <i>Базиков Н.С., Савко К.А.</i> Фазовые равновесия в метаосадочных породах воронцовской серии ВКМ. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 69. 2013. 97 с.	<i>Белявцева Е.К., Сиротин В.И.</i> Лантаноиды в бокситах Белгородского района КМА. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 91. 2015. 109 с.	оболочке Земли. - Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 94. – 2016. – 151 с. <i>Шевырев Л.Т., Черешинский А.В.</i> Алмазоносность Центральной части Восточно-Европейской платформы. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 90. 2015 - 283 с. <i>Савко А.Д., Крайнов А.В.</i> Керамические глины Центрально-Черноземного района. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 88 2016. 151 с. <i>Никитин И.И., Савко А.Д.</i> Железородные коры выветривания Белгородского района Курской магнитной аномалии. - Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 85. 2015. 102 с. <i>Савко А.Д., Шевырев Л.Т.</i> Основы исторической минерализации. - Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 83 – 2014. – 358 с. <i>Мохаммед Абдель Мохни.</i> Фосфориты Египта. - Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 65. 2011. 111 с.	<i>Глушков Б.В., Холмовой Г.В.</i> Эоплейстоценовые, нижне- и среднеплейстоценовые картируемые подразделения в бассейне Верхнего Дона. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 87. Воронеж. 2015. 77 с.
2001-2010	<i>Савко К.А.</i> Метаморфизм палеопро-розойской железисто-кремнистой формации Курской магнитной аномалии. - Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 45. 2007. 102 с. <i>Савко К.А., Поскрякова М.В.</i> Рибекит-эгириноселадонитовые железистые кварциты Михайловского месторождения Курской магнитной аномалии // Петрология 2003. Т. № 5. С. 471-490.	<i>Шатров В.А.</i> Лантаноиды как индикаторы обстановок осадкообразования (на основе анализа опорных разрезов протерозоя и фанерозоя Восточно-Европейской платформы). Дисс. д-ра геол. мин. наук. М. 2007. - 320 с.	<i>Савко А.Д.</i> Эволюция геологических процессов и внешних геосфер в истории Земли. Тр. НИИ геол. Вып. 50. 2008 - 172 с. <i>А.Д. Савко, Ю.Ю. Бугельский, В.М. Новиков, А.Д. Слукин, Л.Т. Шевырев</i> Коры выветривания и связанные с ними полезные ископаемые / Воронеж: Истоки, 2007. – 355 с. <i>Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. и др.</i> Литология и фации донегеновых отложений Воронежской антеклизы. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 3. 2001. – 201 с. <i>Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. и др.</i> Атлас литолого-фациальных карт Воронежской антеклизы. Воронеж, 2004. - 54 л.	<i>Холмовой Г.В.</i> Основы учения об аллювии. Уч. пособ. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 38. 2006. 90 с. <i>Холмовой Г.В., Глушков Б.В.</i> Неогеновые и четвертичные отложения Средне-Русской возвышенности. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 1. 2001. 220 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ (МОСКВА, 2020)

1991-2000	Савко К.А. Фазовые равновесия в раннепротерозойских углеродистых сульфидсодержащих метapelитах воронцовской серии Воронежского кристаллического массива (ВКМ) // Вестн. Воронежского ун-та, сер. геол.,1997, № 4, с. 94-100. Ильяш В.В., Кудрин В.Ю. О формационной принадлежности конгломератов в докембрии ВКМ. Вестн. Воронежского ун-та, сер. геол.,1998, № 5, с. 97-103.	Сиротин В.И. Боксито-образующие ландшафты кайнозоя и визе (сравнительный анализ)// Вестн. Воронежского ун-та, сер. Геол.,1998, № 6, с. 6-16. Сиротин В.И. Перерывы в осадконакоплении Воронежской. Антеклизы // Вестн. Ворон. ун-та, сер. геол.,1998, № 6, с. 6-16	Савко А.Д., Додатко А.Д. Коры выветривания в геологической истории Восточно-Европейской платф.: Изд-во ВГУ, 1991. 228 с. Савко А.Д., Беляев В.И., Мануковский С.В. Фосфориты ЦЧР: Изд-во ВГУ, 1994. – 183 с. Титан-циркониевые россыпи ЦЧР. Научный редактор проф. В.И. Сиротин. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1995. – 148 с. Окороков В.А. Литология фаменских отложений Воронежской антеклизы. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1998. – 124 с. Савко, А.Д. Шевырев Л.Т., Зинчук Н.Н. Эпохи мощного корообразования и алмазоносного магматизма в истории Земли. Воронеж: Изд-во Воронежского. гос. ун-та, 1999. – 102 с.	Холмовой Г.В. Неоген-четвертичный аллювий и полезные ископ. Бассейна В. Дона. Воронеж, 1993. 100 с. Холмовой Г.В. Нестерова Е.В. Плейстоценовые. отл. Костенковско-Борщевского р-на. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 4. 2011. 106 с.	
1981-1990	Шеголев И.Н. Железородные месторождения докембрия и методы их изучения. М. Недра, 1985. – 196 с. Сметанин А. И. Оскольская серия раннего протерозоя в пределах юго-западной полосы Курской магнитной аномалии // Геология и генезис месторождений железных руд КМА. – Воронеж, 1987. – С. 98–111 Ильяш В. В. Литолого-стратиграфическое расчленение супракрустальных комплексов докембрия Воронежского кристаллического массива по аксессуарным минералам. – Дисс. кандидата геол.-мин. наук. Харьков, 1985. -151 с. Плаксенко Н.А., Коваль И.А. Элементы-примеси в железо-кремнистых породах докембрия КМА. Воронеж: Изд-во ВГУ. 1981. – 209 с. Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР. Типы формаций / Н.А. Плаксенко, И.Н. Шеголев, И.К. Коваль, В.В. Ильяш —	Сиротин В.И. Закономерности визейского бокситообразования на примере КМА и др. провинций Русской платформы. Дисс. д-ра геол.-мин. наук, 1988. Т. 1. 353 с. Т. 2. 298 с. Сиротин В.И., Акаемов С.Т., Бунеев В.Н., Налбандов В.А. Бокситы Северо-Онежского района // Изв. АН СССР. Сер. Геол., 1988. № 7. С. 78-92. Сиротин В.И. Промышленно-генетическая классификация бокситов КМА. Литология и полезные ископаемые. Воронежской антеклизы. Воронеж, 1982. С.31-36.	Горелов С.К., Еремин В.К. Савко А.Д. и др. Атлас палеогеоморфологических карт СССР. Гл. редактор А.В. Сидоренко. М.: Недра, 1983. – 53 л. Савко А.Д. Глинистые породы верхнего протерозоя и фанерозоя Воронежской. Антеклизы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. 192 с. Савко А.Д., Сиротин В.И., Додатко А.Д., Эльянов М.Д. Эпохи коро– и россыпеобразования в фанерозое Русской платформы // Отечественная геология. – 1998. – № 3. – С. 40-47. Тематическме сборники: Литология и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. Воронеж, 1982. 154 с.	Семенов В.П., Ас-коченский Б.В., Селезнев В.Н., Семенов П.В. Геология кремнистых метасоматитов карбонатных пород позднего мела КМА. Изд-во ВГУ, 1981. – 84 с. Семенов П.В. Палео-геохимические барьеры при суб-аэральном формировании зон цементации в меловых отложениях Воронежской антеклизы /Проблемы палеогеографии фанерозоя КМА и прилегающих районов.	Глушков Б.В. Ледниковые отложения западной части Донского ледника. Дисс. канд. геол.-мин. наук. Минск. 1989. 143 с. Холмовой Г.В. Новейшие континентальные формации и связанные с ними полезные ископаемые Средне-Русской возвышенности и Окско-Донской низменности. Дисс. д-ра геол.-мин. наук. М. 1988. 563 с. Холмовой Г.В. Опорные разрезы нижнего плейстоцена бассейна Верхнего Дона. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1984. 212 с.

1981-1990	Киев : Наук. думка, 1988 .— 192 с.		Проблемы палеогеографии фанерозоя КМА и прилегающих районов. – Воронеж, 1983. Полезные ископаемые Воронежской антеклизы: факторы локализации и формирования. – Воронеж, 1989	Изд-во ВГУ, 1983. С. 89-98.	
1960-1980	Плаксенко Н.А. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии. Воронеж, 1966. – 264 с. Лебедев И.П. Реконструкция первичной природы и условий прогрессивного регионального метаморфизма ранне-протерозойских образований воронцовской серии. Дисс. канд. Геол.-мин. наук. Воронеж, 1977. 181 с. Тематические сборники: Геология и металлогения докембрия Воронежского кристаллического массива. – Воронеж, 1973. Вопросы геологии и металлогении докембрия ВКМ. – Воронеж, 1974 Литогенез в докембрии и фанерозое Воронежской антеклизы. – Воронеж, 1975. – С. 60-73 Вопросы геологии и металлогении докембрия ВКМ. – Воронеж, 1976	Хожяинов Н.П., Сиротин В.И., Акаемов С.Т. и др. Геология, вещественный состав и генезис бокситов Белгородского р-на КМА: Воронеж: - Изд-во ВГУ, 1972. 163 с. Сиротин В.И. Вещественный состав и условия образования глиноземной коры выветривания Белгородск. района КМА. Дисс. канд. геол.-мин. наук. Воронеж, 1966. 260 с. С.А. Коваль. Литология и фации нижневолжских-неокомских отложений территории КМА. Дисс. канд. Геол.-мин. наук. Воронеж, 1966. 387 с.	Савко А.Д. Эпохи корообразования в истории Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. 120 с. Утехин Д.Н., Вишняков С.Г., Хожяинов Н.П. и др. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. Авторы. Кн.2. Осадочный чехол. М. Недра, 1972. 360 с. Хожяинов Н.П. Литология терригенных толщ палеозоя и мезозоя Воронежской антеклизы и проблемы их рудоносности. Дисс. д-ра геол. мин. наук. Воронеж, 1972. – 660 с. Тематические сборники: Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы. – Воронеж. Вып. 1 - 1974; 2 - 1975., 3 - 1976; 4 - 1977. Литология терригенных толщ фанерозоя Воронежской антеклизы. – Воронеж, 1979.	Селезнев В.Н. Литология и оценка разрабатываемости верхнемеловых карбонатно-кремнистых пород КМА. Дисс. канд. геол.-мин. наук. Ворон., 1977. 220 с. Аскоченский Б.В., Семенов В.П. Кора выветривания карбонатных пород верхнего мела Воронежской антеклизы. Воронеж, 1973. 176 с. Семенов В.П. Палеоген Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1965. 278 с.	Грищенко М.Н. Плейстоцен и голоцен бассейна Верхнего Дона. М.: Наука, 1976. 228 с. Дурнев Ю.Ф. Геологическое строение последнепротерозойских отложений средне- и верхнеплейстоценовых террас Бассейна Верхнего Дона. Дисс. канд. геол. мин. наук. Воронеж, 1974. 215 с. Холмовой Г.В. Литолого-палеогеографическая характеристика и особенности строения аллювия плиоценовых свит в бассейне Верхнего Дона. Дисс. канд. геол. мин. наук. Воронеж, 1969. 233 с.

А.И. Антошкина, В.А. Салдин

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНСТИТУТЕ ГЕОЛОГИИ ФИЦ КОМИ НЦ УРО РАН

Начало литологических исследований в стенах нашего Института связано с работами А.А.Чернова и его учеников в 20-30-е гг. XX века. В то время геологи, изучавшие осадочные породы комплексно, не разделяли исследования отдельно по стратиграфии, литологии и тектонике. Обособление литологических исследований в Институте геологии произошло в конце 1960-х гг., когда была организована Лаборатория региональной геологии и тектоники под руководством А.И.Елисеева, в которой была поставлена тема «Литология и геохимия палеозойских отложений восточных районов Тимано-Печорской провинции». В 1973 г. была сформирована собственно Лаборатория литологии и осадочного рудогенеза под руководством В.И.Чалышева. В 1976 г. на должность заведующего был избран А.И.Елисеев, разработанное которым формационное направление исследований осадочных пород определило переименование в Лабораторию литологии и геохимии осадочных формаций. С 1996 г. лабораторией руководит В.А.Салдин. Основное внимание в тематике исследований уделялось осадочным формациям палеозоя Урала, Пай-Хоя, Тимана. К наиболее значимым результатам сотрудников лаборатории в области литологии можно отнести следующие.

В 1970-х гг. В.И.Чалышев, изучая красноцветные и угленосные верхнепермские и триасовые отложения разных регионов России и зарубежья, обосновал новое перспективное направление в литологии – **палеопочвоведение**. Он являлся одним из первых отечественных литологов, который показал **отличительные признаки ритмичности флишевой и молассовой формаций («Ритмичность флиша и моласс», 1976)**. В. И. Чалышев разработал методику изучения древних почв, их классификацию и показал глобальную проблему эволюции почв в истории Земли (**«Методика изучения ископаемых почв», 1978**).

В 1970–80-ых гг. в составе лаборатории работала группа, изучавшая **коры выветривания и бокситы Тимана**. В. В. Беляевым были детально исследованы древние коры выветривания и бокситовые месторождения Южного и Среднего Тимана, выявлены и охарактеризованы минеральные типы бокситов и закономерности распространения их в залежах. Основываясь на богатом фактическом материале, он сделал вывод об осадочной природе бокситов Южного Тимана и их интенсивной переработке в диагенетическую и эпигенетическую стадии литогенеза. Им же обоснован вывод об образовании бокситов в результате переотложения продуктов кор выветривания по глинисто-карбонатным породам верхнего девона (**«Минералогия и**

генезис бокситов Южного Тимана», 1974). И.В. Швецовой выявлены минералы-концентраторы редких элементов и ниобия в бокситах Среднего Тимана. Ее детальные минералогические исследования лейкоксенов позволили выделить среди них четыре разновидности, выяснить их распределение в продуктивном пласте и установить последовательность превращения фаз в процессе лейкоксенизации ильменита (*«Минералогия лейкоксена Ярегского месторождения», 1975*). В. В. Лихачевым на Среднем Тимане впервые была установлена и изучена самая древняя кора выветривания, развитая по субстрату щелочных метасоматитов рифейского фундамента (*«Бокситоносная кора выветривания полевошпатитовых метасоматитов на Среднем Тимане», 1983*). В дальнейшем им были детально изучены эти редкометальные (в частности – ниобиеносные) бокситы и коры выветривания (*«Редкометальность бокситоносной коры выветривания Среднего Тимана», 1993*).

В 1970–80-ых гг. при исследовании палеозойских отложений севера Урала А.И.Елисеев впервые применил **формационный анализ**. Им были установлены закономерности строения и состава карбонатной (Елецкой) и сланцевой (Лемвинской) структурно-формационных зон северо-востока Европейской платформы. В результате были построены **формационные ряды** этих зон и показано, что в первом ряду трижды происходит закономерная схема карбонатных и терригенных формаций, образующих циклическую последовательность платформенного шельфового типа. В ряду сланцевой зоны более отчетливо проявлена необратимая эволюция формаций периплатформенного батинального типа, свидетельствующая о начальном погружении, затем максимальном погружении и инверсии (*«Формации зон ограничения северо-востока Европейской платформы», 1978*). А.И. Елисеев впервые провел сравнительный формационный анализ и выделил разные **типы ограничений окраин палеозойских платформ** (западноуральский, западотасманский и восточноандский). Было показано, что формационные ряды на периферии платформ отражают три фактора седиментогенеза: тектонический, климатический и фактор петрофонда. Различие формационных рядов ограничений разного типа — это отражение особенностей проявления единого тектонического процесса в конкретных физико-географических условиях (*«Сравнительный формационный анализ ограничений платформ в палеозое», 1982*). Развиваемое А.И.Елисеевым представление об осадочных формациях не укладывается в чистом виде ни в одно из существующих, поскольку его концепция объединяет несколько разных направлений учения о формациях — парагенетического, стадияльно-тектонического и, в некоторой степени, генетического. В основу выделения формаций автором положены парагенезы пород, и на основе выяснения условий их образования определяются стадии геологического развития осадочного бассейна. Им предложено назвать такой метод изучения формаций **стадияльно-парагенетическим** (*«Геологические формации и методы...», 2008*). Этот метод был применен при изучении формационных рядов северо-восточной окраины Европейского континента и

западной окраины Северо-Американского континента в палеозое. Сравнение этих рядов показало, что они имеют много общего и могут быть отнесены к одному типу — западноуральскому.

Э.С.Щербаковым была детально изучена девонская фалаховая формация Северного и Приполярного Урала. Им были выделены основные генетические типы терригенных отложений, изучен их минеральный состав, выявлена значимость некоторых акцессорных минералов для диагностики фаций, определены обстановки терригенного осадконакопления и построены палеогеографические карты (*«Терригенный девон западного склона Северного Урала», 1977*).

С 1978 по 1994 гг. А.А.Беляевым совместно с Г.Ф.Семеновым проводились детальные литологические исследования **рудоносности осадочных формаций** палеозоя Пай-Хоя и Полярного Урала. Были установлены особенности палеозойских формаций Карской зоны Пай-Хоя и верхнедевонско-нижнекаменноугольной толеровой формации Лемвинской зоны. Ими обосновано гидротермально-осадочное происхождение баритов Карского месторождения, выявлены новые проявления фосфоритов и марганцевого оруденения. А. А. Беляевым впервые в России в арктической зоне открыты проявления бирюзы (*статьи 1980-1990 гг., «Осадочные формации Пай-Хоя и перспективы их рудоносности», 1984; «Осадочные формации Лемвинской зоны Урала и перспективы их рудоносности», 1986*).

Существенный вклад в **конкрециологию** внесли работы Я.Э. Юдовича. Им была разработана новая типизация конкреций, выделен промежуточный класс—конкрецоиды: породы с химическим составом, отвечающим конкрециям, но имеющие пластовую форму (*статья 1983 г.*). Были выявлены особенности минералогии Mn-карбонатных конкреций для определения стадий диагенеза, обнаружен и интерпретирован новый тип — фосфатсодержащих шамозитово-кремнистых конкреций, дано объяснение огромному количеству конкреций в черносланцевых толщах (*«Геохимия и рудогенез черносланцевых формаций», 1998*).

С 1986 г. на основе детальных исследований А.И.Антошкиной палеозойских рифогенных образований севера Урала в лаборатории появилось новое **литолого-палеоэкологическое направление** в изучении карбонатных формаций. Были выявлены широкий спектр морфо-генетических типов биогенных структур, установлена приуроченность собственно рифов к калейдовым формациям, завершающим тектоно-седиментационные циклы, и рассмотрена история рифов от их зарождения в ордовике до отмирания в перми (*статьи 1979-1992 гг., «Рифы в палеозое Печорского Урала», 1994*). Была разработана **модель палеозойского рифообразования**, отражающая эволюционный тренд рифовой палеоэкосистемы. Она состоит из стадий, имеющих характерные палеоэкологические черты, различающиеся палеогеографической позицией органогенных сооружений и масштабами рифообразования, что дает возможность проводить глобальную корреляцию рифовых эпизодов. В нее хорошо вписывается история

рифов сопредельных регионов Урала, отличаясь лишь продолжительностью и полнотой стадий (*статьи 1995-2002 гг. в отечественных и зарубежных журналах, «Рифообразование в палеозое: север Урала и сопредельные области», 2003*). Сравнительные литолого-палеоэкологические исследования рифовых биот (совместно с американскими и сибирскими коллегами) позволили внести важный вклад в палеогеографию среднего палеозоя. Было установлено, что в позднем силуре-раннем девоне Палеоуральский морской путь связывал Урал, южную Аляску и Салаир, осуществляя миграцию специфических рифовых биот вдоль Евразийского палеоконтинента (*препринт, статьи в отечественных и зарубежных изданиях 1996-2006 гг, 2016*). В лаборатории под руководством А.И.Антошкиной сформировалась группа исследователей (А.Н.Сандула, Е.А.Пономаренко, Н.А.Матвеева, Л.А.Шмелёва, В.А.Салдин, Д.Н.Шеболкин), изучающих генетические типы органогенных сооружений (холмы иловые, микробные и скелетные, собственно рифы, рифовые экосистемы, – *статьи 2008–2019 гг., «Верхнекаменноугольно-нижнепермские карбонатные отложения западного склона Северного Урала», 2015*). Исследования органогенных сооружений получили широкое признание. В 2001 г. в Институте было проведено 2-ое Всероссийское литологическое совещание и 8-ой Всероссийский симпозиум по ископаемым кораллам и рифам *«Литология и нефтегазоносность карбонатных отложений»*, а в 2005 г. – Международное совещание *«Геология рифов»*. К совещаниям были подготовлены путеводители и проведены международные полевые экскурсии по органогенным сооружениям палеозоя Приполярного Урала. Кроме того, в 2006 г. была организована полевая школа-семинар по карбонатным и терригенным формациям палеозоя Приполярного Урала. В 2010 г. 3-е Всероссийское литологическое совещание *«Рифы и карбонатные псефитолиты»* стало продолжением рифовой тематики с организацией двух полевых экскурсий-семинаров на Южном Тимане и Приполярном Урале. Наметилась отчетливая тенденция смещения центра изучения рифов в Сыктывкар. В 2015г. 4-е Всероссийское литологическое совещание *«Геология рифов»* наряду с основной тематикой, связанной с геологией рифов, включает и крайне важную, более общую, в том числе связанную и с рифами, проблематику – микробиолиты, по которой имелся вал исследований и публикаций в мировой литературе. Была проведена полевая экскурсия-семинар на верхнедевонские разнофациальные отложения, в том числе и рифы Южного Тимана. Совещания сопровождались не только экскурсиями–полевыми семинарами, но и молодежными школами. В 2020г. намечено 5-е Всероссийское литологическое совещание *«Геология рифов»*, которое в связи со сложной эпидемиологической обстановкой будет проходить в рамках видеоконференции. Полевая экскурсия-семинар по палеозойским органогенным сооружениям, которая впервые планировалась на Северном Урале, перенесена на 2021г. По разным типам органогенных сооружений палеозоя был запланирован практический семинар,

руководителями которого являются молодые научные сотрудники Н.А.Матвеева и Л.А.Шмелёва.

В 2000-е годы темой исследования также было выяснение **связи осадочных формаций и палеогеодинамики**, основанные на детальном литогенетическом анализе. Выявление пространственно-временных связей в структуре нижнепалеозойской калейдовой формации севера Урала показало индикационную значимость органогенных сооружений не только для карбонатных формаций, но и для геодинамической реконструкции истории Тимано-Североуральского осадочного бассейна в палеозое. Это отчетливо проявилось в образовании разнообразных модификаций карбонатных платформ и показало сложную структуру самих формаций, в строении которых обособляются субформации и градации (*«Пространственно-временные связи в структуре нижнепалеозойской калейдовой формации севера Урала»*, 2006; *«Формации палеозоя северо-восточной окраины Европейской платформы»*, 2006). В.А.Салдиным изучаются нижнекаменноугольно-артинские предфлишевые и флишевые формации Лемвинской зоны Урала и Предуральского краевого прогиба, занимающие особое место в изучении палеозойских формаций для **палеотектонических реконструкций** предколлизийного этапа развития Урала (*работы 1989-2007 гг.*). Предфлишевые отложения отнесены к семи различным типам разрезов. Выявлено строение и возраст флишевых формаций, характер миграции терригенной обстановки осадконакопления, отражающий последовательную миграцию оси Предуральского краевого прогиба в пределах окраины Европейской платформы. Определены направления палеотечений в седиментационном бассейне того времени с востока на запад, подтверждающие эту миграцию. В каменноугольной карбонатно-терригенной флишевой формации Лемвинской зоны открыты новые проявления баритов, а в артинской предфлишевой формации Предуральского краевого прогиба установлены новые местонахождения фосфоритов, прослеживающихся с Пай-Хоя до Северного Урала (*статьи 2008–2019*). А.Н.Сандула на основе детального литологического изучения известняковых брекчий карбона провел их генетическую типизацию. Он установил их разнообразную седиментационную и тектоническую природу (*статьи 2005–2006 гг.*, *«Известняковые брекчии в каменноугольных отложениях Печорского Урала»*, 2008). Последние результаты изучения осадочных формаций представлены в публикациях *«Генетические типы осадочных формаций и эволюция палеозойского Североуральского осадочного бассейна»*, 2008; *«Палеозойское осадконакопление на внешней зоне шельфа пассивной окраины северо-востока Европейской платформы»*, 2011; *статьи 2012-2015 гг.*

В эти же годы сформировалось литолого-минералогическое направление в изучении формаций, развиваемое Я.Э.Юдовичем, Н.Ю.Никуловой и И.В.Козыревой (*«Литология и золотоносность базальных слоев уралит на хр. Малдынырд»*, 2004; *«Литология и геохимия горных пород в зоне межформационного контакта на*

Верхней Печоре», 2006). Н.Ю. Никулова изучала вещественный состав нижнеордовикской фалаховой формации на Северном и Приполярном Урале (*статьи 2002-2011 гг.*). Была установлена золотоносность базального горизонта фалаховой формации. Золото имеет специфический состав, отличный от всех известных в районе рудопроявлений. Изучение четырех типов разрезов, расположенных на юге и севере территории, показало их различие по литолого-геохимическим, минералогическим особенностям пород и строению разрезов, что вероятнее всего было обусловлено расчлененным докембрийским рельефом (*«Базальные горизонты уралид севера Урала», 2013, статьи 2014–2019 гг.*).

В последнее десятилетие в лаборатории разрабатывается новое направление в литологии – **бактериальный литогенез**, тесно связанный с газофлюидным высачиванием, и – **палеоэкосистемный анализ** – изучение трофических связей в разных экосистемах – рифов, зарифовых лагун, а также иловых, микробных и скелетных холмов (А.И. Антошкина, Е.С. Пономаренко, Л.А. Шмелёва, Н.А. Матвеева, А.Н. Шадрин) (рис.).

При изучении ооидов (включающих оолиты и конкреции), микрозернистых и тонкозернистых известняков и доломитов было установлено следующее. Формирование их происходило благодаря деятельности бактериальных сообществ, обилие которых было обусловлено процессами метаногенеза в придонных осадках, протекающими в результате газофлюидных высачиваний. Это приводило к появлению эксинных обстановок и специфических бактерий, чем и обусловлено присутствие в конкрециях бактериморфных структур и своеобразной аутигенной минерализации – фрамбоидального пирита, сфалерита, галенита, барита, сульфоселенидов и теллуридов. Исследование карбонатных корок на мшанковых биогермах выявило ископаемые биоплёнки и гликокаликс, свидетельствующие о том, что в процессе жизнедеятельности метанотрофные карбонат-отлагающие бактерии укрепляли хрупкие скелеты мшанок. Присутствие в составе карбонатных корок битума, пирита, стронцианита, барита, кутногорита и следов жизнедеятельности карбонат-отлагающих метанотрофных бактерий было обусловлено локальными придонными газофлюидными высачиваниями, связанных с активизацией грязевого вулканизма (*статьи в отечественных и зарубежных изданиях 2011–2020 гг.*).

Таким образом, литогенез как общая теория осадочного породообразования в последние годы дополняется и в связи с этим детализируется и совершенствуется. Огромное количество накопленной информации вызывает объективную необходимость ее обобщения и систематизации для пересмотра современной теории осадочного процесса и существующей общей теории литогенеза, для выработки литогенетических критериев формирования разных типов осадочных образований с учетом новых направлений в значительной степени взаимосвязанных и взаимообусловленных – бактериального и флюидного типов литогенеза. Широкое распространение фоссилий микроорганизмов в древних осадочных и вулканогенных породах говорит о том, что их

сообщества были важнейшим фактором осадкообразования на поверхности Земли уже с архея. В настоящее время имеется много доказательств того, что микроорганизмы, и прежде всего археи и бактерии, играют огромную роль в геологических процессах. В свете современных геомикробиологических, биоминералогических и палеонтолого-литологических исследований блестяще подтверждается мысль В.И.Вернадского (1937) *о заселении всей оболочки Земли бактериальной жизнью*. К настоящему времени в связи с применением новых более совершенных физических методов исследований появилась возможность распознавать биогенную и хемобиогенную природу многих литологических объектов, считавшихся абиогенными.



Рисунок. Сотрудники лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций ИГ имени Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (2020 г.).

М.А. Тугарова¹, М.В. Платонов², Т.А. Ситников³

¹ ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург

² СПбГУ, Санкт-Петербург

³ Lithology.Ru, Санкт-Петербург

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ШКОЛА ЛИТОЛОГИИ

Развитие геологии в Санкт-Петербурге – Ленинграде было предопределено указом императора Александра III о создании в 1882 г. Геологического комитета

(Геолкома) в составе Горного Департамента Министерства государственных имуществ Российской Империи. Геолком выполнял функции Государственной геологической службы и одновременно отраслевого научно-исследовательского центра. Комитет был упразднён в январе 1930 года, оставленные в Ленинграде научно-исследовательские подразделения Геолкома продолжали свою деятельность в качестве отдельных отраслевых научных учреждений. Основным преемником Геолкома в результате стал Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ), а нефтяного отдела комитета – Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ).

Литология – наука, окончательно сформировавшаяся во второй половине XX века, но ведущая свою предысторию с начала XIX-го от исследований по стратиграфии, осадочной петрографии, фациальному анализу. Д.В. Наливкина по праву можно считать одним из основоположников ленинградской литологической школы. В 1922 году он в числе первых в мире начал читать курс «Учение о фациях» в Горном институте, одновременно возглавил в 1930 г. Институт геологической карты, позднее вошедший в состав ВСЕГЕИ.

У истоков отдела литологии ВСЕГЕИ стояли М.Ф.Викулова, Я.К.Писарчик, Е.Э.Разумовская, А.В.Хабаков. Структурно-вещественное направление отвечало за комплексную характеристику основных типов пород, теорию осадконакопления. Одним из ярких примеров работ литологов института стало издание М.Ф.Викуловой «Методического руководства по петрографо-минералогическому изучению глин» (1957), где была предложена новая методика исследования глинистых минералов, до тех пор почти не изучавшихся. Вошла в историю и серия фундаментальных коллективных трудов как общий итог работы геологов этого направления: двухтомное «Справочное руководство по петрографии осадочных пород» (М.Ф.Викулова, В.Н.Доминиковский, Я.К.Писарчик, Е.Э.Разумовская, 1958 г.), трехтомный «Атлас текстур и структур осадочных пород» (научные редакторы А.В.Хабаков, Е.В.Дмитриева, Г.И.Ершова, В.Л.Либрович, О.И.Некрасова, Е.И.Орешникова, А.Д.Петровский, 1962г.; 1969г.; 1973г.); «Справочник по литологии» (под редакцией Н.Б. Вассоевича, В.Л.Либровича, Н.В.Логвиненко, В.И.Марченко; авторы М.Л.Воронова, В.Л.Либрович, Б.М.Михайлов, Я.К.Писарчик, Д.С.Кашик, А.В.Македонов, Н.Н.Предтеченский, С.И.Романовский, 1983г.).

Другим направлением был литолого-фациальный анализ. Наиболее значимыми работами в этой области стали: «Атлас литолого-палеогеографических карт СССР масштаба 1:7 500 000» А.В. Хабакова, четырехтомная монография «Палеогеография СССР» (главный редактор А.П.Виноградов, 1968 г.), монография «Фациальный анализ осадочных отложений платформенных областей» (1977 г.) под руководством Н.Н.Предтеченского и А.В.Македонова. А.В.Македоновым впервые были разработаны научные основы и методы конкреционного анализа.

Формационным исследованиям посвящены фундаментальные работы В.И.Драгунова, в которых сформулированы общие принципы комплексной оценки осадочных формаций. Итоги этих исследований суммированы в монографии “Осадочные формации. Принципы и методы оценки рудоносности геологических формаций” (Н.Н.Предтеченский и др., 1984 г.).

Теоретические основы современной физической седиментологии заложены в 70-80-е годы С.И.Романовским в серии монографических работ, имеющих фундаментальное геологическое значение: «Динамика формирования флиша» (1976 г.), «Седиментологические основы литологии» (1977 г.), «Динамические режимы осадконакопления. Циклогенез» (1985 г.) и «Физическая седиментология» (1988 г.).

Литолого-минерагенические исследования, сопровождавшие все виды работ, проводились по двум основным направлениям - рудоносность осадочных комплексов и рудоносность зон (стадий) литогенеза. Широкое развитие получили рудно-формационные исследования наиболее важных групп осадочных формаций - их состава, структуры, фациальной позиции, а также минерагенической специализации. Принципиально новые закономерности размещения различных типов месторождений фосфоритов раскрыты В.Л.Либровичем (1973 г.; 1976 г.). Для месторождений газовой серы Г.А.Беленицкой и М.С.Гуревичем установлены факторы, обуславливающие их образование и распространение, обоснованы критерии поисков и составлена первая прогнозная карта для территории СССР (1976 г.).

Новое генетическое направление литологии – флюидный литогенез развивается с 90-х годов сотрудниками ВСЕГЕИ под руководством Г.А.Беленицкой.

Стратиграфо-литологические работы, стадийно-минерагенический анализ, лабораторные научно-методические и аналитические литологические исследования всегда оставались приоритетными в работе ВСЕГЕИ [1].

Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ) – первый созданный в 1929 г. в СССР специализированный научно-исследовательский институт нефтегеологического профиля. Позднее на базе ВНИГРИ и его региональных филиалов была создана целая сеть научно-исследовательских организаций страны (ВНИГНИ, СНИГГиМС и пр.). Институт с первых лет своего существования большое внимание уделял не только развитию теоретических основ нефтегазопроисловых работ и их практическому применению, но и создавал свою уникальную лабораторную базу исследований. В 1930-х годах во ВНИГРИ В.П. Батуриным была организована одна из первых в стране лаборатория петрографии.

ВНИГРИ является основоположником применения и внедрения в нефтяной геологии моделирования процессов литогенеза органического вещества, методов химико-битуминологических исследований, инфракрасной и ультрафиолетовой спектроскопии. Геологи ВНИГРИ одними из первых в стране применили секвенсстратиграфические методы и количественную оценку прогнозных ресурсов нефти

и газа с применением математических моделей для анализа нефтегазоносных осадочных бассейнов. Отдел нетрадиционных ресурсов ВНИГРИ, созданный в 1987 г. и долгое время возглавлявшийся В.П.Якуцени, был первым в стране, приступивший к изучению нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Имена таких ученых и практиков как Н.Б.Вассоевич, В.П.Батулин, Е.М.Смехов, В.Д.Наливкин, В.А.Гроссгейм, М.Х.Булач, Т.В.Дорофеева, Р.С.Сахибгареев, А.Б.Вистелиус, Н.С.Окнова, Г.Ф.Рожков, К.К.Гостинцев, Л.П.Гмид, и многих других, неразрывно связанные с ВНИГРИ, определяли направления развития не только нефтегазовой литологии, но и всей геологии в целом.

В 1954 г. во ВНИГРИ впервые в Советском Союзе под руководством профессора Евсея Максимовича Смехова был организован отдел по изучению трещиноватости горных пород. По постановке задач и предложенным решениям школа литологов-нефтяников ВНИГРИ опередила весь геологический мир лет на 50. Впервые было введено понятие «коллектор сложного типа» и «макронеоднородный коллектор», предложена классификация карбонатных коллекторов с учетом их гидродинамических характеристик, разработана методика изготовления больших шлифов, позволяющая количественно характеризовать не только состав пород, но и различные процессы, происходившие в них на разных стадиях литогенеза а также осуществлять подсчет в шлифах трещинной проницаемости, трещинной пористости и плотности микротрещин, с помощью которых можно получить не только качественную, но и количественную характеристику коллектора. Достаточно отметить, что перечисленные методы до сих пор успешно применяются в отечественных нефтяных компаниях, а некоторые теоретические выводы Е.М.Смехова и его коллег еще ждут своего понимания и практического применения. Системность, комплексность, проработка объектов от уровня осадочного бассейна до исследований на прецизионном уровне – это то, что долгие годы характеризовало литологические работы ВНИГРИ.

Именно во ВНИГРИ на заседании научного инженерно-технического общества (НИТО) в начале 50-х гг. по просьбе автора проводилось обсуждение капитальной работы Л.Б.Рухина «Основы литологии», готовившейся к изданию. Как писал Н.Б.Вассоевич, «выход в свет в 1953 г. «Основ литологии» явился крупным событием, сопоставимым по своему значению с опубликованием двух томов «Осадочной петрографии» Л.В. Пустовалова, ознаменовавших новый этап в развитии отечественной и мировой науки о литогенезе» [2].

Роль Л.Б.Рухина в отечественной науке сложно переоценить, но позволим все-таки обозначить то, что считаем, наверное, главным. В 1945 г. Л.Б.Рухин разработал и прочитал на кафедре общей геологии ЛГУ курс, впервые в истории науки названный «Литология». Курс включал петрографию осадочных пород как один из составных элементов, но не как его основное содержание. С этого времени учение об осадочных породах (литология) приобретает генетическую и историко-геологическую

направленность, которые делают ее одной из основополагающих геологических дисциплин и создается база для создания в ЛГУ первой в СССР кафедры литологии и морской геологии (1967 –2013 гг.).



Л.Б. Рухин
(29.10.1912-07.09.1959)

Однако изучение осадочных объектов и чтение соответствующих курсов в ЛГУ началось задолго до этого времени. Вопросы минералогии осадочных образований до начала 30-х годов освещались в работах В.В.Докучаева, П.А.Земятченского, О.М.Аншелеса. В середине 20-х и в 30-е годы сведения по осадочной петрографии излагались в общем курсе петрографии, который читал академик Ф.Ю.Левинсон-Лессинг. Практические занятия по курсу вела доцент Е.Н.Дьяконова-Савельева [3]. В 30-е годы литологические исследования развивались учениками О.М.Аншелеса В.Б.Татарским и аспирантом кафедры палеонтологии Л.Б.Рухиным, который впоследствии и возглавил это направление в ЛГУ. Лев Борисович рано ушел из жизни, но начатое им дело продолжили его ученики и коллеги.

В 1963 г. в ЛГУ была создана лаборатория палеогеографии. Благодаря исследованиям В.М.Синицына, Н.Н.Верзилина, Е.В.Рухиной, Т.Ф.Негруцы и др. палеогеографическое направление переросло в научную школу. С конца 70-х годов

приоритетным направлением исследований стало выявление эволюции литогенеза, палеогеографических обстановок и решение практических задач на основе детальных комплексных литолого-минералогических исследований.

В 1967 г. в ЛГУ была открыта кафедра литологии и морской геологии, которую возглавил Н.В.Логвиненко. Николай Васильевич, будучи к этому времени уже известным литологом с огромным опытом изучения древних осадочных толщ, в частности угольных разрезов Донбасса, с огромным энтузиазмом приветствовал развитие морской геологии, сам в конце 60-х – начале 70-х годов стал участником нескольких научно-исследовательских рейсов в Тихий океан. Научные интересы Н.В.Логвиненко были всеобъемлющими: методы исследований, осадочная минералогия, постседиментационные изменения осадочных пород, осадочные формации, циклический анализ, геохимия осадочного процесса, современный морской и океанический седиментогенез и диагенез. В 70-80 гг. Он был, наверное, первым, кто в своих лекциях по теории литогенеза, обращал внимание студентов на роль бактериального фактора в формировании осадочных отложений, на гидротермальные процессы, изменяющие состав и свойства осадков. Поразительно, но Н.В.Логвиненко предугадал новые направления развития литологии XXI века.

Николай Васильевич не только направлял развитие литологии в ЛГУ, но и обеспечивал его оригинальными учебными пособиями по основным читаемым им на кафедре предметам. Его учебник «Петрография осадочных пород», выдержал три издания, удостоен Государственной премии СССР и стал настольной книгой для нескольких поколений литологов.

Надо заметить, что Н.В.Логвиненко очень заботился о том, чтобы студенты получали знания от ведущих специалистов, активно работающих в своих областях. Для чтения лекций по морским геологическим курсам на кафедру приглашались сотрудники Всесоюзного арктического института и НИИГА/ ВНИИОкеангеологии И.С.Грамберг (курс по геохимии осадочных отложений), М.М. Ермолаев (курс морской геологии), А.М.Карасик (лекции по морской геофизике) и др.

Приведем цитату, которая, очень хорошо отражает преподавательский стиль Н.В.Логвиненко: «Читая те или иные курсы, я не пытался обучить студентов всему, а старался, главным образом, пробудить у них интерес к предмету (вызвать блеск в глазах!)» [4, с. 19]. Сейчас мы можем точно сказать, что ему удалось передать любовь к литологии своим ученикам. Именно он подготовил то поколение ленинградских литологов, которые сейчас, активно работая в разных городах страны, являются руководителями крупных геологических организаций, отделов, лабораторий, преподают в ведущих ВУЗах. Выпускники кафедры литологии и морской геологии тех лет по праву гордятся тем, что они учились у Н.В.Логвиненко.

В разные годы на кафедре преподавали ученики Л.Б.Рухина – В.Н.Шванов, М.С.Дюфур, Э.И.Сергеева. Среди преподавателей, создававших первые курсы по

литологии, хочется отметить Михаила Сергеевича Дюфура, который около 20 лет преподавал на кафедре литологии и до сих пор успешно работает на геологическом факультете СПбГУ. М.С.Дюфур является одним из самых основательных современных исследователей геологии и тектоники Памира. Долгие годы он активно занимался разработкой философских аспектов в геологических исследованиях. Его фундаментальный курс «Учение о фациях и палеогеография» отражает огромный опыт геолога с глубоким осмыслением вещественно-генетических аспектов изучения осадочных объектов. Э.И.Сергеева более 30 лет читала курс «Литология», который помнит не одно поколение студентов, вела многочисленные практические занятия.

В 1988 г. кафедру возглавил профессор В.Н.Шванов. Вся его трудовая биография связана с геологическим факультетом университета, а с 1967 г. и с вновь образованной кафедрой литологии и морской геологии. По словам профессора В.Т.Фролова (МГУ), В.Н.Шванов «как и его учитель (Л.Б.Рухин – прим. авторов), – яркие и типичные представители ленинградской–петербургской геологической школы, выделяющейся своей формализованностью и, в частности, математизированностью исследований, а также подчеркиванием примата вещественных и структурных, т.е. объективных данных перед их генетической и иной интерпретацией» [5, с. 7]. Действительно, В.Н.Шванов всегда подчеркивал важность изучения вещественно-структурных особенностей осадочных образований, тщательного сбора фактического материала, конкретных объективных сведений о составе и строении осадочных тел. «Песчаные породы и методы их изучения» (1969 г.) и «Петрография песчаных пород» (1987 г.) – книги, которые известны каждому литологу, являются образцом подхода В.Н.Шванова к методическим вопросам сбора и проработки материала по одной из групп осадочных пород, тщательности генетической интерпретации.

Возглавив кафедру, В.Н.Шванов основными направлениями научной работы определил разработки по систематике осадочных пород, теории постседиментационных преобразований осадков и осадочных пород, методологии формационного анализа. Его блестящая организаторская деятельность увенчалась изданием в 1998 г. монографии «Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов», в написании которой принимало участие большинство ведущих литологов страны. Уникальная, по полноте классификационных характеристик осадочных пород, монография в настоящее время уже стала библиографической редкостью.

В 1992 г. сформировалось еще одно направление работы кафедры – нефтегазовая литологии, реализованной с помощью ведущих специалистов ВНИГРИ (В.П.Якуцени, С.П.Якуцени, Р.С. Сахибгареев) и ВНИИОкеангеологии (О.И.Супруненко, В.И.Петрова и др.). Организационное начало по развитию нефтегазового направления в обучении студентов на кафедре литологии и морской геологии, положенное В. Н.Швановым, было поддержано активностью студентов в выборе этого направления. Востребованный курс

«Нефтегазовая литология» был создан практически с нуля. Он объединил теоретическую литологию, геохимию нафтидов и практические наработки нефтяной школы ВНИГРИ.

55 лет кафедра литологии и морской геологии обеспечивала специалистами литологами и морскими геологами геологические организации Ленинграда – Санкт-Петербурга и других регионов страны. Выпускники кафедры сейчас являются гарантами преемственности Ленинградской литологической школы.

Конечно, ленинградская школа явление не обособленное, она всегда развивалась в тесном сотрудничестве со всеми литологами страны. 12 апреля 2008 г., в день 75-летия со дня рождения В.Н.Шванова, выпускниками кафедры был начат проект Lithology.Ru — Литология.РФ. Цель проекта – отразить достижения, прежде всего, отечественных литологов разных школ и создать интерактивную площадку для профессионального общения.

Литература

1. Беленицкая Г.А. Литологическая школа ВСЕГЕИ -XX век // Ленинградская школа литологии: материалы Всерос. литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина, Т.И. СПб.: СПбГУ, 2012. С. 19–22.
2. Вассоевич Н.Б. Памяти профессора Л.Б. Рухина // Ученые записки №310. Сер. геол. наук, вып. 12, 1962. С. 5-31.
3. Верзилин Н.Н., Усенков С.М., Тугарова М.А., Платонов М.В., Васильев П.О. 45 лет кафедре литологии и морской геологии ЛГУ - СПбГУ// Ленинградская школа литологии: материалы Всерос. литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина, Т.И. СПб.: СПбГУ, 2012. С. 10–18.
4. Логвиненко Н.В. Университет – любовь моя! СПб: изд-во СПбГУ, 28 с.
5. Фролов В.Т. В.Н. Шванов – яркий представитель ленинградской-петербургской рухинской школы литологов и видный геолог России // Литология и палеогеография. Вып. 6 / Под ред. Г.А. Черкашева, Э.И. Сергеевой. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та. 2008. С. 7–19.

М.А. Левитан

ГЕОХИ РАН, Москва

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА АКАДЕМИКА А.Б. РОНОВА

Академик А.Б.Ронов родился в 1913 г. и умер в 1996 г. Основное направление его научной деятельности – изучение литолого-геохимической эволюции стратисферы Земли и выявление химического состава всех пространственно-временных составляющих осадочной оболочки – и тектонических, и литологических. Помимо геохимии стратисферы А.Б.Ронов также уделял большое внимание геохимической эволюции атмосферы и гидросферы.

В 40-х гг. прошлого века А.Б.Ронов, творчески развивая взгляды своего учителя В.В.Белоусова, предложил научному сообществу новый исследовательский подход – объемный метод. Он состоял из двух частей: 1) составления мелкомасштабных и обзорных литолого-палеогеографических карт (с изопахитами) для крупных стратиграфических подразделений докембрия и фанерозоя в равноплощадных проекциях и 2) измерения площадей и объемов откартированных литологических и эффузивных градаций, которые затем пересчитывались в массы сухого осадочного вещества (например, в 10^{18} г) и в массы осадочного вещества в единицу времени (например, в 10^{18} г/млн лет). Полученные данные являлись основой построений по литологической (и затем геохимической) эволюции изученного объекта. При глобальном картировании карты составлялись в масштабе 1:35000000 для океанов и 1:20000000 для континентов и подводных континентальных окраин. Полученные результаты и выводы для Русской платформы А.Б. Ронов отразил в своей докторской диссертации, опубликованной в 1949 г. [1].

В 1949 г. А.Б.Ронов принял приглашение академика А.П. Виноградова и создал в ГЕОХИ им. В.И. Вернадского АН СССР Лабораторию геохимии осадочных пород. В тесном сотрудничестве с академиком В.Е. Хаиным и рядом специалистов (А.Н.Балуховским, Н.А.Божко, Г.А.Казаковым, Ю.П.Гириным, М.Г.Ломизе, К.В.Сеславинским, Н.А.Ясамановым и др.) с начала 50-х годов и вплоть до 1993 г. были составлены многочисленные литолого-палеогеографические карты для основных стратиграфических подразделений докембрия и фанерозоя континентов, а конце этого этапа также и для верхнеюрских–плиоценовых осадков Мирового океана. Полученные результаты публиковались как в отдельных статьях, монографиях [2, 3], так и в получивших широкую известность атласах литолого-палеогеографических карт (например, в [4, 5]). Следует отметить, что в легендах упомянутых карт, как правило, содержались три блока: тектонический, палеогеографический и литологический. Практически все карты были построены в предположении о фиксированном в современную эпоху положении континентов, т.к. А.Б. Ронов придерживался фиксистских взглядов, и только в последнем атласе глобальных карт (для континентов и океанов в мезозое-кайнозое [5]) отдельно приведены по литературным данным палеогеодинамические реконструкции, выполненные с позиции тектоники литосферных плит.

Вторым важным направлением научной деятельности литологической школы академика А.Б.Роновы были региональные литолого-геохимические исследования, проходившие в экспедициях Лаборатории геохимии осадочных пород на Русской платформе, Кавказе, Урале, в Казахстане и Средней Азии. В них, помимо перечисленных сотрудников, участвовали также В.М.Белый, А.А.Мигдисов, Д.Н.Пачаджанов и другие специалисты. Одним из важных методов исследования при этом служило составление

длинных геохимических профилей, пересекавших исследуемый регион и выходявших в соседние регионы для проведения сравнительного литолого-геохимического анализа.

Третья область деятельности литологической школы академика А.Б.Ронова – выявление особенностей химического строения осадочной оболочки Земли путем тщательного исследования средних химических составов основных групп осадочных горных пород и эффузивов. Следует подчеркнуть, что подсчеты происходили с целью получения средних взвешенных, а не средних арифметических составов. Для этого и использовались полученные при использовании объемного метода результаты по среднему взвешенному литологическому (петрографическому) составу. Нельзя не отметить и предложенную А.Б.Роновым новацию – составление так называемых среднесмешанных проб и изучение их химического состава. Наиболее активными помощниками академика в этой области научного исследования были А.А.Мигдисов и А.А.Ярошевский. Полученные результаты, в частности, нашли отражение в монографии 1990 г. [6].

А.Б.Ронов подвел итоги всех направлений своей научной деятельности в монографии [7], посвященной литолого-геохимической эволюции стратисферы, гидросферы и атмосферы Земли в течение ее геологической истории.

После ухода А.Б.Ронова его ученики, к которым имеет честь относить себя и автор настоящего доклада, продолжили исследования в рамках объемного метода, с одной стороны, и в плане региональных литоло-геохимических работ, с другой. По первому направлению мы сосредоточились на изучении отложений плейстоцена, а по второму – на исследовании четвертичных осадков Северного Ледовитого океана и Субарктики. Таким образом, литологическая школа академика А.Б.Ронова продолжает существовать и в XXI веке.

Литература

1. Ронов А.Б. История осадконакопления и колебательных движений Европейской части СССР (по данным объемного метода) // Тр. Геофиз. Ин-та АН СССР, № 3. 1949. 136 с.
2. Хаин В.Е., Сеславинский К.Б. Историческая геотектоника. Палеозой. М.: Недра, 1971. 396 с.
3. Хаин В.Е., Балуховский А.Н. Историческая геотектоника. Мезозой и кайнозой. М.: Авиар, 1993. 451 с.
4. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР (в 4 томах). А.П. Виноградов (главный редактор). М.: ГУГК. 1967-1975.
5. Атлас литолого-палеогеографических карт мира. Мезозой и кайнозой континентов и океанов. В.Л. Барсуков, Н.П. Лаверов (ред.). Л.: МинГео СССР, 1989. 89 с.
6. Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М.: Наука, 1990. 183 с.
7. Ронов А.Б. Стратисфера или осадочная оболочка Земли. М.: Наука, 1993. 144 с.
10. Левитан М.А., Лаврушин Ю.А., Штайн Р. Очерки истории седиментации в Северном Ледовитом океане и морях Субарктики в течение последних 130 тыс. лет. М.: ГЕОС, 2007. 404с.

11. Русаков В.Ю., Кузьмина Т.Г., Левитан М.А., Торопченова Е.С., Жилкина А.В. Некоторые особенности распределения тяжелых металлов в поверхностном слое донных осадков Карского моря // Геохимия. 2017. № 12. С. 1088–1099.

И.Е. Стукалова

Геологический институт РАН, Москва

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ В ОБЛАСТИ УГОЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ И ПЕТРОГРАФИИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ РАН

В Геологическом институте РАН успешно проводились в течение многих лет углепетрографические и фациальные исследования, которые применялись для анализа осадочных бассейнов разного возраста и геотектонического положения.

Коллективом сотрудников отдела литологии Геологического института АН СССР активно внедрялся в исследования фациальный метод изучения угленосных толщ. Это внесло ощутимый вклад в теоретические исследования и разработку нового генетического подхода к изучению осадочных комплексов. Под руководством Ю.А.Жемчужникова, член-корреспондента АН СССР, коллективом сотрудников Геологического института АН СССР (В.С.Яблоковым, Л.И.Боголюбовой, Л.П.Нефедьевой и другими), впервые были начаты работы по комплексному углепетрографическому и литолого-фациальному изучению угольных пластов и угленосных толщ, в частности, ерунаковской свиты Кузнецкого бассейна, теперь одного из главных угольных бассейнов страны [1].

В.С.Яблоковым, П.П.Тимофеевым и Л.И.Боголюбовой были продолжены работы в этом направлении с разработкой и детализацией понятий генетический тип, фация и формация [2].

В результате работ по углепетрографическому изучению углей и палеогеографических обстановок накопления угольных пластов среднего карбона Донбасса были выяснены особенности структуры вещества углей и степень разложения гелефицированного вещества, что было положено в основу генетической классификации углей, сначала Донецкого бассейна, а потом и других.

П.П.Тимофеевым и Л.И.Боголюбовой были выделены четыре типа структур вещества углеобразующих микрокомпонентов: телинитовая, посттелинитовая, преколлинитовая и коллинитовая, и прослежена закономерная приуроченность углей определенной структуры к различным обстановкам осадконакопления. Далее была предложена и разработана классификация углей, которая получила международное признание [3]. Предложенная генетическая классификация гумусовых углей Международным комитетом по петрологии углей была принята как Система Геологического института АН СССР, Москва (сокращенно ГИМ).

В настоящее время Международный комитет по петрологии углей продолжает работы по стандартизации углепетрографических описаний, по совершенствованию классификаций микрокомпонентов и развитию количественных методов исследования углей и рассеянного органического вещества. Одной из задач угольной петрографии продолжает оставаться получение таких объективных количественных характеристик, как процентное содержание микрокомпонентов угля и значения величин их отражения [4, 5].

Такие исследования проводятся с целью усовершенствования и стандартизации методик измерений величин отражения витринитов и других микрокомпонентов (мацералов) углей, что необходимо для определения степени метаморфизма углей и рассеянного органического вещества в осадочных комплексах для решения различного рода геологических задач [6].

Углепетрографические исследования проводят под поляризационным микроскопом при увеличениях 90-600 раз в проходящем и отраженном свете. Исследования в проходящем свете проводят с целью идентификации микрокомпонентов, подсчета количества мацералов, выяснения структуры гелефицированного вещества, определения качества углей, а также фациальных условий осадконакопления.

В отраженном свете в масляной иммерсии определяют величины отражения микрокомпонентов. В отраженном свете используют и люминесценцию для определения мацералов группы липтинита, битумов, нефти.

Углепетрографические методы исследования органического вещества углей и органического вещества, рассеянного в осадочных породах продолжают оставаться актуальными и широко используются в нефтяной геологии и литологии. Они необходимы для определения главной зоны нефтеобразования (ГЗН) и главной зоны газообразования (ГЗГ) в осадочных комплексах. Они также используются для решения экологических проблем и многих геологических задач [7].

В Геологическом институте РАН за много лет сложилась своя школа литологов и угольщиков. Работы были востребованы, ученые ГИН РАН выезжали на полевые исследования во многие районы России и СНГ: Европейскую часть, Сибирь, Дальний Восток, страны Ближнего Зарубежья – Грузию, Украину, Монголию и другие. Под руководством П.П.Тимофеева в угольных бассейнах работали Л.И.Боголюбова, В.И.Копорулин, Б.В.Полянский, В.А.Котов, В.И.Назаров, И.Е.Стукалова, Ю.Г.Цеховский, студенты и аспиранты МГУ и МГРИ и другие.

Необходимо при этом отметить тесное сотрудничество ученых ГИНа с ВУЗами. Студенты МГУ и МГРИ проходили в полевых отрядах ГИНа производственные практики, писали дипломные работы на основе собранных материалов, постоянно выступали на конференциях, совещаниях и участвовали в совместных заседаниях секций МОИП.

Вот такое совместное заседание секции МОИП «Осадочные породы» и ученых ГИН РАН, МГРИ-РГГРУ и МГУ было проведено в декабре 2014 г. и было посвящено угольной геологии и выдающимся угольщикам нашей страны. Достаточно привести темы выступлений и авторов выступлений, чтобы понять, что угольная геология тесно связана с осадочной геологией, седиментологией и анализом осадочных бассейнов. На совместном заседании с докладами выступили М.В.Голицын, Б.В.Полянский, О.В.Япаскурт, И.Е. Стукалова. Темы докладов на заседании МОИП были следующими:

1. М.В.Голицын (МГУ). Твердые горючие полезные ископаемые России: прошлое, настоящее и будущее традиционных энергоносителей. Первооткрыватели Южно-Якутского угольного бассейна.

2. Б.В.Полянский (МГРИ-РГГРУ). Угольные бассейны России и сопредельных стран. Освоение угольных месторождений Монголии и геологи–исследователи и первооткрыватели.

3. О.В.Япаскурт (МГУ). Г.Ф. Крашенинников – открыватель перспектив Челябинского угленосного бассейна.

4. И.Е.Стукалова (ГИН РАН), А.Е. Терентьев. О газоносности и сложной надвиговой тектонике угленосных отложений Донецкого бассейна в работах Е.В.Терентьева [8]. Безопасное ведение шахтных работ в угольных бассейнах.

В работах выдающихся геологов угольщиков нашей страны, многие из которых опередили свое время и смотрели в будущее, всегда сквозила тревога за состояние важнейшей отрасли народного хозяйства и безопасного ведения геологоразведочных, горных и добычных работ на уголь.

Над проблемой безопасного ведения работ трудились целые институты и коллективы, но проблема до сих пор не решена.

Исследования в ГИН РАН были комплексными и многоплановыми.

П.П.Тимофеев придавал большое значение изучению структуры вещества углей в связи с повышенной насыщенностью газовой фазой углей телинитовой группы, и подчеркивал необходимость определения микрокомпонентного состава углей и всестороннего изучения внутренней структуры растительной ткани. От этого во многом он считал зависит безопасность ведения геологоразведочных и горных работ и добычи угля в угольных бассейнах и в частности в основном угледобывающем регионе нашей страны – Кузнецком бассейне.

П.П.Тимофеев в своих записях писал о состоянии исследований проблемы взрывоопасности угля и газа метана в угольных шахтах, он хотел направить свои записи в Правительство России. Там написано: «Решение задачи предполагает не только выявление физического факта взаимосвязи состава и свойств пород и углей со скоплением газа метана, но и установление причин, обуславливающих их. Выявление причинно-следственных связей позволяет эффективно прогнозировать горно-

геологические условия и предупреждать выбросы угля и газа метана в горные выработки.

Фациально-генетические факторы и их комплексы в целом влияют на образование всех осадочных формаций, в том числе и угленосных, и определяют их генезис и качество.

В природе распространены телинитовые, посттелинитовые, преколлинитовые, коллинитовые и лейптинитовые типы углей. Эти угли по-разному реагируют на седиментационные связи, то есть на осадко- и торфонакопление.

Если угли имеют телинитовую или посттелинитовую структуру, то угли наиболее опасны для взрыва и выброса угля и газа метана».

В качестве иллюстрации в работах П.П.Тимофеева приводится подробная схема связи петрографического состава углей, палеогеографических условий их накопления, генезиса и опасности углей для выбросов газа метана в шахтах, в виде таблицы.

Итак, П.П.Тимофеев подчеркивал и хотел обратить внимание геологов угольщиков, разработчиков месторождений и административных работников угольной отрасли на необходимость всестороннего изучения горно-геологических условий на разрабатываемых угольных месторождениях и проведения грамотных углепетрографических исследований.

Добыча угля шахтным способом во все времена, начиная с XIX века, была опасной для жизни человека. В XX и особенно в XXI веках она стала очень острой проблемой, потому что стали разрабатываться глубокие горизонты в основных угледобывающих бассейнах, таких как Донецкий (Украина), Печорский, Кузнецкий (Россия), Рурский (Германия), Лотарингский (Франция) и другие.

Проблема добычи угля состоит в том, что на глубоких горизонтах (от 600 до 1000 м) вести геологоразведочные и добычные работы небезопасно. Наиболее опасными для разработки являются угли, содержащие большое количество углеводородных газов, состав и содержание которых зависит от степени метаморфизма [9].

Генетическая классификация гумусовых углей бассейнов и месторождений России и стран СНГ (бывший СССР), автор П.П.Тимофеев.

Таблица

I. Угли со слабой степенью разложения лигнино-целлюлозных тканей		
I. Первая генетическая группа углей	1) Геленито-телинитовые угли (1-1) 2) Семигеленито-телинитовые угли (1-2) 3) Семифюзинито-телинитовые угли (1-3) 4) Гелифюзинито-телинитовые угли (1-4) 5) Фюзинито-телинитовые (1-5)	Опасные угли для выбросов угля и газа метана в шахтах
II. Угли с относительно слабой степенью разложения лигнино-целлюлозных тканей		
	1) Геленито-посттелинитовые угли (1-2) 2) Семигеленито-посттелинитовые угли (2-2)	

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ (МОСКВА, 2020)

II. Вторая генетическая группа	3) Семигеленито-фюзинитовые посттелинитовые угли (2-3) 4) Гелифюзинито-посттелинитовые угли (2-4) 5) Фюзинито-посттелинитовые (2-5)	Опасные угли для выбросов угля и газа метана в шахтах
III. Угли с относительно сильной степенью разложения лигнино-целлюлозных тканей		
III. Третья генетическая группа	1) Геленито-преколлинитовые угли (1-3) 2) Семигеленито-преколлинитовые угли (2-3) 3) Семифюзинито-преколлинитовые угли (3-3) 4) Гелифюзинито-преколлинитовые угли (4-3)	В порядке исключения (Не опасные угли для выбросов угля и газа метана в шахтах)
IV. Угли с сильной степенью разложения лигнино-целлюлозных тканей		
IV. Четвертая генетическая группа	1) Геленито-коллинитовые угли (1-4) 2) Семигеленито-коллинитовые угли (2-4) 3) Семифюзинито-коллинитовые угли (3-4) 4) Гелифюзинито-коллинитовые угли (4-4)	В порядке исключения (Не опасные угли для выбросов угля и газа метана в шахтах)
V. Угли с почти полным разложением лигнино-целлюлозных тканей		
V. Пятая генетическая группа	1) Лейптинитовые угли с геленито-коллинитом (1-5) 2) Лейптинитовые угли с семигеленито-коллинитом (2-5) 3) Лейптинитовые угли с семифюзинито-коллинитом (3-5) 4) Лейптинитовые угли с гелифюзинито-коллинитом (4-5)	Полностью нейтральны (Не опасные угли для выбросов угля и газа метана в шахтах)

Безопасное ведение работ предполагает детальное изучение геологической обстановки на участке выемки пластов, вещественного состава углей и вмещающих пород, их петрографического состава и качества, степени метаморфизма, нарушенности пластов, концентраций метана и его тяжелых гомологов в пространстве шахтной выемки и многих других параметров.

Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН на 2020 г. №0135-2019-0073.

Литература

1. Жемчужников Ю.А., Гинзбург А.И. Основы петрологии углей. М., Изд-во АН СССР, 1960, 399 с.
2. Тимофеев П.П., Боголюбова Л.И. Развитие идей в области познания вещественно-петрографического состава и генезиса органического вещества // Литология в исследованиях Геологического института АН СССР, Москва: Наука, 1980, стр. 96-109.
3. Тимофеев П.П. Эволюция угленосных формаций в истории Земли. М.: Наука. 2006. 204 с.
4. Тимофеев П.П., Боголюбова Л.И. Заседания комиссий Международного комитета по петрологии углей // Литология и полезные ископаемые, 1973, № 3, стр. 154-157.
5. Стукалова И.Е. 7-ая Европейская угольная конференция // Литология и геология горючих ископаемых, из-во УГГУ, Екатеринбург, 2009, Вып. III (№19), стр. 382-383.

6. Стукалова И.Е. Измерения величин отражения витринитов на оптико-электронном комплексе МСФУ-ЭВМ // Геология угольных месторождений, из-во УГГГА. Екатеринбург. 1997, №7, стр. 203-213.
7. Цеховский Ю.Г., Балуев А.С., Стукалова И.Е., Корнева Р.Г. Седиментогенез в мезозойских и кайнозойских рифтовых впадинах. М.: ГЕОС. 2018.168 с.
8. Терентьев Е.В. Палеотектонические реконструкции на геологических разрезах как метод анализа истории формирования структур и тектонических движений: В кн. Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР. М., Недра, 1976, стр.185-205.
9. Лебедев В.С., Стукалова И.Е. Содержание и состав глубоководных углеводородов в гумусовых углях Донецкого угольного бассейна. Геология и разведка. 2013, №2, стр.79-82.

А.В. Постников, О.В. Постникова

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

КРАТКИЙ ОЧЕРК СТАНОВЛЕНИЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ КАФЕДРЫ ЛИТОЛОГИИ ГУБКИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра литологии является ровесницей РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина - она ведет свое начало от кафедры минералогии и кристаллографии, образованной на геологоразведочном факультете Московского нефтяного института после его выделения из Московской горной академии в 1930 году.

Первым заведующим этой кафедры (1930-1934) был профессор Вениамин Аркадьевич Зильберминц (1887-1939), крупный специалист в области геохимии осадочных пород и минералогии редких рассеянных элементов. Выпускник Петербургского университета, ученик В.И. Вернадского, он еще в 1912 году начал вести педагогическую работу на кафедре минералогии университета.

В 1933-1937 гг. руководимая В.А.Зильберминцем геохимическая лаборатория Института прикладной минералогии занималась проблемой использования золы углей, в огромных количествах накапливавшейся на тепловых электростанциях, в качестве источника редких элементов, в частности германия. Эта тематика требовала длительных командировок и поэтому В.А.Зильберминц вынужден был оставить руководство кафедрой МНИ, сохранив за собой чтение ряда разделов курса “Минералогия”.

Судьба этого талантливого ученого сложилась трагически – в 1938 г. он был арестован и 21 февраля 1939 года расстрелян. Реабилитирован в 1956 году.

В 1934 году директор МНИ Иван Михайлович Губкин пригласил на должность заведующего кафедрой минералогии и кристаллографии Л.В.Пустовалова, хорошо известного ему по организации и работе в Геохимической лаборатории Московского отделения геологического комитета.

Леониду Васильевичу Пустовалову ко времени его прихода в Московский нефтяной институт исполнилось 32 года. Он был известным ученым и педагогом.

Окончив в 1924 году МГУ им. М.В. Ломоносова, а позднее аспирантуру при университете, он прошел прекрасную школу, работая под руководством академика В.И.Вернадского, принимая участие в экспедициях профессора Я.В.Самойлова – специалиста в области осадочных пород. В 30-х годах Леонидом Васильевичем были завершены исследования соленосных отложений озера Баскунчак, осадочных хромовых руд, организована крупная экспедиция по изучению железных руд Центральных районов Европейской части СССР, опубликована интереснейшая работа об осадочных геохимических фациях и многие другие.

В 1934 году ему было присвоено ученое звание профессора. Он читал лекции по минералогии в МГУ им. М.В. Ломоносова, в Московском горном институте, Институте стали, где с 1932 г. заведовал кафедрой минералогии и кристаллографии. Возглавив кафедру в МНИ им. И.М.Губкина Леонид Васильевич ориентировал учебные курсы и научные исследования на детальное изучение минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород, в том числе возможно нефтематеринских, и продуктивных горизонтов нефтяных и газовых месторождений. В 1934 г. кафедра получила новое название “кафедра петрографии осадочных пород” став первой кафедрой такого наименования в вузах СССР. Л.В. Пустовалов возглавлял ее до 1960 года. В 1938 он году стал доктором геолого-минералогических наук, в 1953 – был избран членом корреспондентом АН СССР.

После разделения МГА появились 6 новых высших учебных заведений - Московский нефтяной институт, Горный институт, Институт стали, Институт цветных металлов и золота, Торфяной институт. В каждом из них имелись геологические специальности и понадобилось много соответствующих преподавателей. Естественно, что сразу столько специально подготовленных педагогических кадров в Москве не нашлось и поэтому выручали сотрудники научно-исследовательских организаций. В 1935-1936 годах штат кафедры стабилизировался. Главное внимание в эти первые годы уделялось организации лабораторий – химического анализа горных пород, гранулометрии, рентгеновской и шлифовальной.

Основным объектом исследований в эти первые годы являлись пермские отложения Волго-Уральской области. В результате была выполнена и опубликована серия работ сотрудников кафедры по петрографии, минералогии и геохимии кунгурских, уфимских, казанских и татарских отложений Башкирского Приуралья и Татарии (работы Л.В.Пустовалова, В.П.Флоренского, В.И.Данчева, И.А.Конюхова и других). Леонид Васильевич наибольшее внимание уделял изучению условий осадкообразования в верхнепермскую эпоху.

Большим событием в геологической жизни страны в 30-е годы явилась XVII сессия Международного геологического конгресса, проходившая в Москве 21-29 июля 1937 года. В организации и проведении этой сессии определяющую роль играл И.М.Губкин – основатель Московского нефтяного института. В 1933 году он возглавлял

делегацию Советских геологов на XV1 сессии МГК в Вашингтоне и по поручению Советского правительства внес предложение о проведении следующей сессии в Москве. Это предложение было единогласно принято. И.М.Губкин был назначен председателем Оргкомитета XV11 сессии МГК. Его заместителями являлись академики В.А.Обручев и Н.А.Борисяк. Ученым секретарем Оргкомитета – академик А.Е.Ферсман. XVII сессия МГК прошла с большим успехом. На одном из заседаний Л.В.Пустоваловым был сделан доклад “Условия образования в верхнепермскую эпоху”, в котором было изложено его представление о генезисе красноцветов Приуралья.

Возрастающие масштабы исследований, проводившихся в различных районах Советского Союза, привели к тому, что на кафедре был накоплен весьма интересный и хорошо обработанный каменный материал. Решено было создать минералогический музей с подбором не только систематической экспозиции минералов и горных пород, но и коллекций осадочных образований из различных нефтеносных провинций СССР с тем, чтобы они явились учебным пособием для студентов и аспирантов.

К сожалению, все, что в нем находилось, было уничтожено 11 мая 1943 года взрывом, происшедшим в расположенной ниже этажом лаборатории.

В 40-е годы Леонид Васильевич был в расцвете своих творческих сил. Наряду с большой педагогической и организационной деятельностью, он много работал над теоретическими вопросами. В 1940 году вышла в свет его двухтомная “Петрография осадочных пород”, удостоенная в 1941 году Сталинской премии. В этой книге нашли отражение исследования не только Леонида Васильевича, но и других сотрудников кафедры – В.П.Флоренского, И.А.Конюхова, В.И.Данчева, Б.В.Бальшиной, А.Н.Лопаква и других. В ней впервые были выдвинуты положения об осадочной дифференциации, эволюции процесса осадкообразования и его периодичности, об ограниченности принципа актуализма, оказавшие огромное влияние на дальнейшее развитие науки об осадочных породах. Сама монография Л.В.Пустовалова являлась, по сути дела, теоретической основой новой научной школы в области изучения осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых, которая впоследствии нашла развитие в работах его учеников и последователей.

Серьезные испытания выпали на долю сотрудников кафедры в годы войны. Часть сотрудников ушла на фронт, а часть была эвакуирована в Уфу. Здесь в первые недели и месяцы основными учебными пособиями являлись доска, мел, чертежи и схемы, вычерченные самими преподавателями. Зимой 1942 года наконец прибыли, отправленные еще осенью из Москвы коллекции минералов и пород, лабораторное оборудование, микроскопы. С помощью мальчишек-ремесленников из соседнего училища были сделаны лабораторные столы, а по чертежам преподавателей и Т.В.Корсаковой – витрины для образцов. Весной 1942 года начались нормальные лабораторные занятия, а к лету 1942 года на втором этаже лабораторного корпуса

торжественно открыли минералогический музей. Витрины и коллекции музея долгое время служили студентам оставшегося после эвакуации МНИ филиала института, ставшего ядром организованного в 1948 г. Уфимского нефтяного института (УНИ). Весной 1942 года на кафедре стала работать ассистент А.Г.Коссовская, выехавшая в июле 1941 года в Уфу с семьей и вначале работавшая в тресте Башнефть. Ее участие позволило снизить учебную нагрузку на других членов кафедры, надо сказать весьма большую.

В конце 1942 года Л.В.Пустовалов выехал из Уфы в Москву – ему было предложено организовать научную ячейку по исследованию осадочных пород в Институте геологических наук АН СССР. Там был создан отдел литологии и петрографии осадочных пород. Вначале отдел был очень немногочисленным, но уже в 1946 году в нем состояло 15 научных сотрудников, имеющих степень кандидата и доктора геолого-минералогических наук, среди них такие известные ученые, как Н.М.Страхов, С.Г.Саркисян, А.В.Казаков, Д.Г.Сапожников, Л.В.Формозова и др. В 1943 году в этом отделе стали работать В.И. Данчев и А.Г. Коссовская. Таким образом возникла “академическая” литологическая ячейка из питомцев кафедры, позволившая поставить изучение ряда научных проблем, привлекая к этому аспирантов и дипломников МНИ. В конце 1946 года из отдела выделилась лаборатория сравнительной литологии, руководителем которой стал Н.М.Страхов; с 1947 года отдел ИГН стал называться отделом петрографии осадочных пород.

В августе 1943 года Московский нефтяной институт возвратился в Москву. Л.В.Пустовалов, наряду с руководством кафедрой, вел большую научную работу в ИГН АН СССР и в Совете по изучению производительных сил (СОПС’е) АН СССР. Начиная с 1944 г. ему поручается руководство крупными комплексными экспедициями СОПС’а, ставившими своей задачей выявление новых месторождений минерального сырья, и скорейшее их использование в целях подъема экономики страны, подорванной Отечественной войной. В этих экспедициях принимают участие преподаватели, сотрудники, дипломники кафедры – В.И.Данчев, А.И.Конюхов, Т.А.Лапинская, А.Г.Коссовская, В.С.Князев, В.Ф.Соловьев, М.А.Кирсанова и многие другие. С 1945 года начинает педагогическую работу аспирант и выпускник кафедры В.С.Князев.

В 1946 году определяется новое направление работ доцента, ст. научного сотрудника ИГН АН СССР В.И.Данчева – изучение закономерностей формирования осадочных месторождений радиоактивного минерального сырья, связанных с битуминозными породами. В соответствующих экспедициях последующих лет участвуют аспиранты и дипломники кафедры – Б.К.Прошляков, В.Н.Холодов, В.В.Ольха, В.Г.Кузнецов, И.А.Кондратьева, Г.В.Комарова, Г.Ф.Пудан, Р.С.Безбородов, И.В.Безбородова, Д.В.Белоусов и другие.

Научные интересы доцента В.П. Флоренского были связаны с исследованием пермских отложений Волго-Уральской области. В 1948 году публикуется его работа о

кунгурских отложениях Западного Приуралья, проводятся исследования девонских пород Туймазинского месторождения, а затем – бавлинской свиты Башкирии. Начиная с 1946 года, В.П.Флоренский становится руководителем изучения докембрийских кристаллических пород, вскрывавшихся глубоким бурением в пределах Волго-Уральской области. К работе по этой тематике привлекаются Т.А.Лапинская, а затем В.С.Князев, А.М.Чарыгин, И.Б.Кононова и другие сотрудники кафедры. Работа ведется совместно с сотрудниками ВНИИГеофизики и используется, в частности, для интерпретации геофизических исследований, ставящих своей целью выявление новых объектов для поискового бурения. Эти работы становятся традиционными для коллектива кафедры, впоследствии они охватывают и другие нефтегазоносные территории страны. Таким образом, послевоенные годы знаменуются тесным сращиванием коллектива кафедры с научными учреждениями Академии Наук и рядом отраслевых институтов, что, несомненно, благоприятно сказывается на модернизации учебного процесса, на актуальной нацеленности всех специальных дисциплин, на решении конкретных практических задач геологии нефти и других осадочных полезных ископаемых.

Большой объем накопившегося в процессе проведения научных работ фактических данных позволяет разработать ряд новых методов исследования осадочных пород.

В.П.Флоренским, Б.В.Бальшиной и А.Н.Лопиковым публикуется методика пересчета химических анализов осадочных пород, В.И.Данчевым – методика количественного определения окраски пород, Т.А.Лапинской – упрощенная массовая методика определения степени окатанности обломочных зерен, В.С.Князевым – методика изучения обломочного кварца с целью установления источника сноса. Все они вошли в арсенал многих литологических лабораторий научных институтов.

Весьма важной вехой в истории развития науки об осадочных породах явилось Первое всесоюзное литологическое совещание, состоявшееся в Москве в 1952 году. Инициатором его созыва явился Отдел петрографии осадочных пород ИГН, руководимый Л.В.Пустоваловым. Эта инициатива была одобрена и поддержана Отделением геолого-географических наук АН СССР, возглавлявшимся в то время академиком Д.С.Белянкиным. Л.В.Пустовалов был председателем Оргкомитета Совещания, им был подготовлен проект проблемного доклада Оргкомитета и доклад на тему “О путях подхода к изучению и задачах исследования осадочных пород и полезных ископаемых”. Преподаватели и аспиранты кафедры приняли активное участие в совещании, выступили с докладами, помогли в организационных делах. Совещание прошло в острых дискуссиях. В решениях совещания был сформулирован ряд направлений развития науки, позволивших в дальнейшем сконцентрировать на них внимание специалистов. На этом совещании было принято решение об организации при Академии Наук СССР Комитета по осадочным породам из представителей

геологических учреждений и вузов. Такой Комитет был создан, в 1956 году началась его работа. Первым председателем Комитета был избран Л.В.Пустовалов, ученым секретарем – Т.А.Лапинская. В 1959 году председателем стал Н.М.Страхов, а его помощником – В.С.Яблоков. Впоследствии Комитет стал называться Межведомственным литологическим комитетом. Всесоюзные литологические совещания стали проводиться систематически, а Литологический комитет стал организацией, направляющей и координирующей работу литологов нашей страны.

С 1963 года издается журнал “Литология и полезные ископаемые”. Таким образом, Л.В. Пустовалов и, в какой-то мере, кафедра петрографии осадочных пород МНИ стояли у истоков организационных начал развития литологии в нашей стране.

В 1953 году Л.В.Пустовалов избирается членом-корреспондентом АН СССР и становится заместителем Председателя Совета производительных сил АН СССР (СОПС’а).

Наряду с этим он продолжает читать два курса – минералогия и петрография осадочных пород, является членом Ученого Совета МНИ, выступает с научно-популярными лекциями.

Послевоенные годы ознаменовались небывалым ростом авторитета геологии. Истощение запасов многих месторождений минерального сырья, интенсивно разрабатывавшихся в годы войны, необходимость восстановления многих городов, заводов, железных дорог, нужды оборонной промышленности – все требовало интенсивной работы геологов. А число работников геологической службы за годы войны значительно уменьшилось. Поэтому были увеличены приемы на геологические специальности, а сама подготовка геологов значительно расширена с тем, чтобы они были ориентированы на поиски широкого спектра минерального сырья, в том числе радиоактивного. Многие геологические партии ориентировались на попутные поиски радиоактивных минералов. В учебные планы специальности 0103 были введены новые курсы – “Основы геохимии”, “Месторождения полезных ископаемых”, “Ядерная геология и радиометрическая разведка”. Преподаватели кафедры создавали программы курсов, учебно-методические и учебные пособия по этим новым дисциплинам.

Огромный фактический материал, накопившийся в результате исследования осадочных пород многих районов СССР, в том числе и вскрываемых скважинами, позволил значительно уточнить представление о различных этапах жизни осадочных пород, начиная от процессов осадкообразования до интенсивных вторичных преобразований в недрах земли. В частности, появилось много данных о новообразовании в осадочных породах ряда вторичных минералов, считавшихся ранее магматическими, о значительном изменении физических свойств пород и других явлениях. Стала вырисовываться картина эпигенеза, сильно влияющего на состав и свойства осадочных пород. Л.В.Пустовалов ориентирует на исследование этих явлений как сотрудников кафедры, так и своего отдела в ИГН. В 1956 году в трудах

Геологического института выходит в свет сборник “Вторичные изменения осадочных пород и их геологическое значение” (вып. 5, 1956). Это была первая в СССР солидная работа, посвященная вопросам, привлечшим внимание к тем явлениям, которые оказывают сильнейшее влияние и на емкостные свойства осадочных пород и поэтому играют важнейшее значение при оценке перспектив нефтегазоносности на больших глубинах.

Исследования пород фундамента нефтегазоносных территорий, проводившиеся в это время на кафедре, позволили проследить непрерывную цепь вторичных преобразований пород вплоть до метаморфизма. Эти данные впоследствии использовались для восстановления первичной природы метаморфических пород.

В 1960 г. Л.В.Пустовалов оставил МНИ, в связи с организацией Лаборатории осадочных полезных ископаемых МинГео СССР (ЛОПИ). Директором этой лаборатории он являлся вплоть до своей безвременной кончины в 1970 году. До 1962 года продолжал читать лекции по курсу “Минералогия”. В июне 1960 года заведующей кафедрой была избрана доцент Т.А.Лапинская, руководившая кафедрой с 1960 по 1974 год. В течение этих 14-ти лет наряду с совершенствованием учебного процесса, происходило дальнейшее расширение тематики научных работ. Оформилось несколько научно-исследовательских групп, что позволило подготовить и успешно защитить ряд докторских (Т.А.Лапинская, Б.К.Прошляков, В.С.Князев), и кандидатских (А.М.Чарыгин, Е.Г.Журавлев, П.В.Флоренский, С.В.Богданова, О.А.Шнип, А.Н.Дмитриевский, В.Г.Кузнецов, Т.И.Гальянова, многие аспиранты) диссертаций.

К числу наиболее важных направлений научно-исследовательской работы этого периода относится литологическое изучение осадочных пород, залегающих на больших глубинах.

Его актуальность была связана с тем, что к этому времени заметно уменьшились запасы нефти в старых нефтегазоносных провинциях, в том числе и в Волго-Уральской области, ставшей в послевоенное время главной нефтедобывающей провинцией страны. Увеличился объем поисковых работ в Западной Сибири и в ряде районов с большой мощностью осадочного чехла. К числу последних относится Прикаспийская впадина, где в 1968 г. на глубине 6806 м. было завершено бурение первой в нашей стране сверхглубокой скважины – Аралсорской (СГ-1). Литологическое изучение керн из этой скважины, проводившееся группой сотрудников под руководством Б.К.Прошлякова, показало, что даже на столь значительной глубине некоторые типы пород сохраняют довольно высокую пористость. Исследование закономерностей изменения состава и структуры пород в глубинных условиях, развивавшиеся ранее Л.В. Пустоваловым, как теоретическая проблема, приобрело большое практическое значение.

Так же как возможный резервуар нефти и газа изучалась погребенная кора выветривания фундамента нефтегазоносных провинций (Т.А.Лапинская, Е.Г.Журавлев). Проводились систематические исследования и самого фундамента практически всех

нефтегазоносных территорий СССР (научные группы Т.А.Лапинской, В.С.Князева, Е.Г.Журавлева).

На VIII Всесоюзное литологическое совещание (май–июнь 1968 г.) был представлен доклад “Проблема коллекторов при поисках нефти и газа на больших глубинах” (авторы Т.А.Лапинская и Б.К.Прошляков). В нем рассматривался новый аспект изучения вторичных преобразований пород, направленного на решение актуальной задачи нефтегазовой геологии. В дальнейшем эта проблема становится одной из важнейших в работе не только сотрудников кафедры, но и ряда других научно-исследовательских учреждений. К выполнению отдельных разделов исследований привлекаются аспиранты, дипломники – формируется научная школа.

В августе 1974 года заведующим кафедрой избирается В.С.Князев, под руководством которого были продолжены традиционные направления исследований и велась обширная учебно-методическая работа.

Значительной методической работы потребовало обеспечение проведения новых курсов, введенных в учебные планы по инициативе Т.А.Лапинской и А.Н.Дмитриевского при их пересмотре в 1975 г. – “Литология природных резервуаров” и “Литология пород коллекторов”.

В июне 1976 года организуется новая научная ячейка – Межфакультетская комплексная отраслевая лаборатория по проблемам нефтегазоносности Восточной Сибири и Якутской АССР. Инициатором ее образования является доц. А.Н.Дмитриевский, который и становится руководителем лаборатории. В ее состав вошла группа литологов, работавшая в тесном контакте с кафедрой, основная часть этой группы - выпускники кафедры (Ф.С.Ульмасвай, Т.П.Сынгаевская, Н.Н.Томилова и др.). А.Н.Дмитриевский в эти годы большое внимание уделял системному подходу в геологических исследованиях. Этим проблемам была посвящена докторская диссертация А.Н. Дмитриевского и монография, опубликованная в 1982 году.

Научный багаж, накопленный за предыдущие годы, позволил многим преподавателям и сотрудникам кафедры перейти к серьезным обобщениям, нашедшим отражение в ряде капитальных монографий. Выходят из печати монографии – “Геология рифов и нефтегазоносность”, (В.Г.Кузнецов), “Кора выветривания фундамента и ее влияние на формирование нефтегазоносных горизонтов Западной Сибири”, Недра (Е.Г.Журавлев, Т.А.Лапинская), публикуется сборник трудов Первой конференции “Коллекторы нефти и газа на больших глубинах”, Недра (отв. редактор Б.К.Прошляков), ряд монографий и карт с участием сотрудников кафедры (“Докембрий континентов”, Наука, В.С.Князев, О.А.Шнип, С.В.Богданова, Т.А.Лапинская и др.), “Карта метаморфических поясов”, Наука (С.В.Богданова, Т.А.Лапинская, А.В.Постников) и многие другие.

На кафедре трудится профессор В.Г.Кузнецов, автор многочисленных учебников и методических пособий по литологии, фациальному анализу, геологии природных резервуаров.

Весьма важным этапом в жизни кафедры явилось создание новой специализации “Нефтегазовая литология”.

Введение специализации потребовало создания новых учебных курсов, разработки комплекса лабораторных работ, подготовки мест производственных и учебных практик.

Осенью 1987 г. начались существенные перемены в структуре института, вызванные реформой высшей школы. Кафедра получила новое название "Литологии и системных исследований литосферы". Ее заведующим Советом института был утвержден проф. А.Н.Дмитриевский. В 1987 г. А.Н.Дмитриевский был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в декабре 1991 г. – действительным членом Российской академии наук.

Современное развитие поисково-разведочных работ на нефть и газ и освоение месторождений во многом обеспечивается решением широкого спектра задач нефтегазовой литологии.

Наиболее актуальные из них связаны с изучением литологии нефтегазоносных комплексов и геологической неоднородности природных резервуаров, а также литологическим обеспечением геофизических, петрофизических исследований, геологического моделирования различного масштаба.

Нефтегазовая литология рассматривает объекты различного иерархического уровня от отдельных минералов и структурных компонентов пород-коллекторов и пород-флюидоупоров до региональных нефтегазоносных комплексов.

В свете продолжения традиций фундаментальных исследований кафедры и в ответ на современные вызовы нефтегазовой отрасли в двухтысячных были защищены докторские диссертации А.В.Постникова, который возглавляет кафедру с 2001 года, и О.В.Постниковой.

Кафедра литологии сегодня – это высоко технологичное научно учебное подразделение РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. В арсенале кафедры самые современные оптические системы, прекрасно оборудованные лаборатории компьютерной томографии, электронной микроскопии, рентгено-структурного анализа. Этот инструментарий позволяет получать широкий спектр качественных и количественных характеристик минерального состава, структуры и пустотного пространства горных пород.

Отличительной чертой современных реалий является тесная интеграция литологических, петрофизических и геофизических исследований, т.к. это обеспечивает адекватность геологических моделей нефтегазовых объектов. Современная нефтегазовая литология использует широкий спектр лабораторных методов исследований и

высокотехнологичного оборудования, применяемого для изучения текстуры, структуры и минерального состава горных пород. Наряду с этим важнейшей задачей нефтегазовой литологии является изучение их пустотного пространства. При этом исследуются такие его характеристики как: текстура, структура, характер поверхности и минеральное выполнение. Исследования пустотного пространства горных пород являются единственным прямым методом для изучения и характеристики пород-коллекторов, что особенно актуально при освоении сложно построенных, часто нетрадиционных природных резервуаров нефти и газа. Решения таких практических задач может быть эффективным только при обеспечении должной степени детальности исследований, позволяющей полноценно охарактеризовать неоднородность природного резервуара на разных иерархических уровнях.

Полноценная характеристика пород в нефтегазовой литологии не может обойтись без широкого спектра петрофизических исследований, отражающих строение, как минеральной составляющей, так и пустотного пространства. Не менее значимым является выполнение исследований по выявлению и моделированию литолого-геофизических и литолого-петрофизических связей, характеризующих нефтегазоносные отложения. Весьма перспективным направлением исследований является создание цифровых моделей горных пород, базирующихся на результатах математической обработки современных высокотехнологичных методов исследований. Развитие этого направления исследований позволит выработать более обоснованные подходы к определению подсчетных параметров при оценке запасов углеводородов.

В связи с этим следует отметить, что серьезной проблемой при моделировании нефтегазоносных объектов являются существующие в настоящее время упрощенные представления о минералогии и микротекстуре пород-коллекторов и пород-флюидоупоров. Это обстоятельство значительно снижает качество интерпретации результатов геофизических и петрофизических исследований, а также понижает эффективность методов вторичного воздействия на продуктивные пласты. Таким образом, углубленное изучение минералогии и микроструктурных характеристик пород-коллекторов и пород-флюидоупоров является одним из наиболее актуальных проблем развития нефтегазовой литологии. Не менее актуально развитие и совершенствование лито-фациального анализа нефтегазоносных отложений на основе современных достижений в области седиментологии и комплексировании их с геофизическими методами исследований, которые позволят в значительной степени повысить достоверность геологических моделей нефтегазовых объектов.

В заключение следует отметить, что в течение 90 лет на всех самых сложных этапах учебной, научной и общественной жизни кафедра постоянно заботилась о сохранении полноценного педагогического и научного коллектива и создания условий для его успешной работы. Происходила естественная смена руководителей и сотрудников, шло пополнение новыми кадрами, но в своей преобладающей части это

были специалисты, выросшие в том же коллективе, сохраняющие традиции, созданные их предшественниками и учителями, и умеющие находить новые и перспективные пути в педагогике и науке.

Развивалась научная школа, заложенная профессором Л.В.Пустоваловым, что нашло отражение в разработке новых учебных дисциплин, создании капитальных учебников и учебных пособий, многочисленных монографий, хорошо известных специалистам и широко используемых вузами нефтегазового профиля.

Е.Е. Карнюшина, А.И. Конюхов

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

НАУЧНАЯ ШКОЛА ЛИТОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ТОЛЩ В ИСТОРИИ КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ МГУ

Кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых создана в МГУ имени М.В.Ломоносова выдающимся геологом-нефтяником Игнатием Осиповичем Бродом (1902-1962). В марте 2020 г. кафедре исполнилось 75 лет.

Литологическое направление на кафедре связано с приходом Ивана Александровича Конюхова (1911–1972), приглашенным на работу И.О. Бродом в 1948г. И.А.Конюхов окончил Московский нефтяной институт имени И.М.Губкина, прошел всю Великую Отечественную войну и, вернувшись, защитил в 1946 г. кандидатскую диссертацию. Доктором геолого-минералогических наук и профессором он стал уже в Московском университете, где создал лабораторию природных резервуаров нефти и газа, составил и читал новый для своего времени одноименный учебный курс, а также учебные курсы по литологии и по нефтематеринским свитам. На генетической основе им были разработаны классификации терригенных [1] и карбонатных пород-коллекторов, в том числе трещинного и смешанного порово-трещинного типа [2]. Глубокие исследования вещественного состава осадочных пород и их вторичных изменений, выполненные И.А. Конюховым, стали основой для создания на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых школы литологов-нефтяников, изучавших природные резервуары. Разработку идей своего учителя продолжили на кафедре его ученики – Ю.К.Бурлин [3], Ю.А.Пряхина, И.А.Назаревич, Е.Е.Карнюшина.

С 1963 по 1981 г. кафедру возглавлял член-корреспондент РАН, профессор Н.Б.Вассоевич. При разработке им общей теории нефтегазообразования были выявлены взаимосвязи между созреванием органического вещества и катагенетической зональностью толщ, сформулированы положения о роли глинистых пород в этом процессе [4]. Широко использовался анализ нефтегазоносных формаций, регулярно проходили Всероссийские совещания по этой теме. Профессорами Б.А.Соколовым и А.И.Конюховым были установлены особенности диагенеза глубоководных отложений.

Научно-исследовательские проекты по дальневосточным бассейнам под руководством профессора Ю.К.Бурлина, дали возможность изучить специфику вулканогенно-осадочных толщ, в том числе нетрадиционных коллекторов биогенно-кремнистого состава и их туффитовых разностей, являющихся к тому же нефтепроизводящими породами.

В 1982–2003 г.г. кафедрой заведовал профессор В.В.Семенович – крупный специалист по поискам и разведке нефтяных и газовых месторождений. К этому времени уже значительно расширился диапазон литологических исследований, лаборатория природных резервуаров получила новые приборы для прецизионных исследований горных пород и была переименована в лабораторию нефтяной литологии, которой заведовал Ю.К.Бурлин. Продолжавшиеся на Дальнем Востоке работы привели к открытию нефтегазовых месторождений на Западной Камчатке и Чукотке. Результаты исследований 80–90 г.г. нашли отражение в учебном курсе по литологии нефтегазоносных толщ [5].

В это время активно развивалось и новое морское направление, в том числе стала проводиться учебная морская практика. Важным вкладом в научный и учебный процесс кафедры явился проект «Плавучий университет» (Training-through-Research, TTR), возглавлявшийся профессором М.К.Ивановым и осуществлявшийся с 1990 г. в течение 15 лет под эгидой ЮНЕСКО.

В 1992–2004 г.г. кафедрой руководил член-корреспондент РАН, профессор Б.А.Соколов. Его идея о флюидодинамических процессах в нефтегазоносных бассейнах была подтверждена результатами литологических исследований и дополнена Ю.К.Бурлиным совместно с учеными физического факультета изучением теплофизических свойств пород осадочных бассейнов. В конце этого этапа истории был издан учебник по литогенезу нефтегазоносных толщ [6].

В 2004 г. заведующим кафедрой стал профессор М.К.Иванов. За время его работы до 2012 г. лаборатории были оснащены новейшим оборудованием и осуществилась его идея о комплексирования методов изучения толщ осадочных нефтегазоносных бассейнов. Значительное внимание он уделял методам изотопных исследований углерода и рентгеновской томографии пород-коллекторов. Профессор В.А.Жемчугова вела и продолжает ныне всесторонние исследования карбонатных природных резервуаров [7].

В 2012 г. кафедру возглавила профессор А.В.Ступакова, под руководством которой и профессора Г.А.Калмыкова начали изучаться керогеново-глинистые нетрадиционные резервуары нефти [8].

Научная школа литологии нефтегазоносных толщ, основанная на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых профессором И.А.Конюховым, продолжает развиваться и ныне в тесном взаимодействии с геологическими и геохимическими дисциплинами. Учебные курсы по теории и прикладным аспектам этого направления

литологии представлены более чем десятью наименованиями, и их проведение осуществляется как опытными преподавателями, так и молодыми учеными кафедры.

Литература

1. *Конюхов И.А.* Формирование и изменение структуры порового пространства терригенных пород // Коллекторы нефти и газа: ВНИИОЭНГ. Сер. Нефтегазовая геология и геофизика М.: 1965. С. 5-24.
2. Литолого-фациальные особенности и трещиноватость мезозойских карбонатных пород в связи с их нефтегазоносностью / Под ред. проф. И. А. Конюхова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1966. 236 с.
3. *Бурлин Ю.К.* Природные резервуары нефти и газа. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 135 с.
4. *Вассоевич Н.Б., Бурлин Ю.К., Конюхов А.И. и др.* Роль глин в нефтеобразовании // Советская геология. 1975, № 3 С. 15–28.
5. *Бурлин Ю. К., Конюхов А. И., Карнюшина Е.Е.* Литология нефтегазоносных толщ: М.: Недра, 1991. 286 с.
6. *Бурлин Ю. К., Конюхов А. И., Карнюшина Е.Е.* Литогенез нефтегазоносных толщ. Астрахань : Изд-во Астрах. гос. ун-та, 2003. 181 с.
7. *Жемчугова В.А.* Резервуарная седиментология карбонатных отложений. М.: ЕАГЕ, Геомодель, 2014. 232 с.
8. *Ступакова А.В., Калмыков Г. А., Коробова Н.И. и др.* Резервуары нефти и газа в доманиковых отложениях Волго-Уральского бассейна // Науч.-тех. вестник НК РОСНЕФТЬ. 2016. № 2. С. 46-52.

Ю.В. Ростовцева

МГУ имени М.В. Ломоносова

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

В МГУ всё начинается с М.В.Ломоносова – основателя университета, в том числе и собственная литологическая школа. Кажется, что это высказывание является только данью существующей общей традиции, но это совсем не так.

В 1736 году **Ломоносов Михаил Васильевич (1711–1765)**, после окончания Академического университета в Петербурге, три года обучался в Германии, в том числе в школе профессора И.Ф.Генкеля во Фрайберге, где изучал практическое горное дело. Впоследствии, им было написано около 20 работ по геологии, среди которых особое место занимают «Слово о рождении металлов от трясения Земли» (1757 г.), «Первые основания металлургии и рудных дел» (1763 г.) и «О слоях земных» (1763 г.) [1]. В своих научных трудах М.В.Ломоносов обозначил целый ряд общих вопросов, касающихся современного учения об осадочных образованиях [2]. Так, он писал о развитии Земли в связи с действием внешних и внутренних факторов, непостоянстве береговой линии, об органическом происхождении нефти, образовании каменного угля из торфа,

окаменелостей из остатков древних организмов и многом другом. В его работе «О слоях земных» можно встретить высказывания о процессах породообразования, а именно об «иссушении», «затвердении долгою времени и долговременной умеренной теплотой подземной», а также «об обращении» вещества «в хрустали на подобие соли при затвердении» и образовании вторичных минеральных включений (§134 с. 73) [1].

Одной из важных его идей также было высказывание о сходстве современных и прошлых геологических процессов, что, как известно, является основой метода актуализма, в дальнейшем разработанного Ч.Лайелем (Основные начала геологии, 1832). Позднее актуалистический подход позволил А.П.Павлову сформулировать определение генетического типа осадочных образований (генотипа) (1924) – одного из ключевых понятий литологии. Этот факт является связующим звеном при рассмотрении следующего этапа.

Один из важнейших этапов зарождения литологической школы МГУ был связан как раз с научной и педагогической деятельностью выдающегося русского геолога, профессора Московского университета **Павлова Алексея Петровича (1854–1929)**. Окончив в 1878 году Московский университет, А.П.Павлов всю свою жизнь посвятил науке и просвещению. С 1883 года он был членом, с 1888 года – секретарем, а с 1916 по 1929 годы – вице-президентом Московского общества испытателей природы (МОИП). Будучи известным ученым в области палеонтологии и стратиграфии, он также занимался изучением осадочных образований. Им были введены понятия пролювий и делювий, как новые генетические типы континентальных отложений. Он создал школу московских геологов, в которую вошли его ученики, среди которых были А.Д.Архангельский, О.К.Ланге, А.Н.Мазарович, В.В.Меннер, Е.В.Милановский, А.Н.Семихатов, Н.С.Шатский, М.С.Швецов и многие другие.

Роль ученика А.П. Павлова **Швецова Михаила Сергеевича (1885–1975)** в становлении литологической школы МГУ нельзя переоценить. М.С.Швецов – выпускник Московского университета, который он закончил в 1910 году и в котором начал преподавать с 1918 года. В 1922 году он впервые в СССР начал читать курс по осадочной петрографии. В 1930 году произошло важное событие, в результате которого геолого-минералогическая часть физико-математического факультета МГУ была взята как составляющая для создания нового крупного вуза страны Московского геологоразведочного института (МГРИ имени С. Орджоникидзе) и перестала входить в структуру университета. В этом году М.С.Швецов стал заведующим кафедрой петрографии осадочных пород во вновь организованном учебном заведении, где его учениками были В.С.Яблоков, С.В.Тихомиров, Г.А.Каледа и многие другие. Среди его воспитанников был и Г.Ф.Крашенинников, именем которого названа самая главная учебная аудитория кафедры литологии и морской геологии МГУ (с конца 2017 г. кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии МГУ). М.С.Швецов также

был первым руководителем секции «Осадочные породы» Московского общества испытателей природы (МОИП).

Учеником А.П.Павлова также был **Мазарович Александр Николаевич (1886–1950)**, усилиями которого после реорганизации в 1932 году в структуре географического отделения была восстановлена кафедра геологии в МГУ, которую он и возглавил. Казалось бы, какое это имеет отношение к развитию литологической школы Московского университета, но именно это, – возобновление целенаправленного геологического обучения в одном из ведущих вузов страны, стало определяющим в дальнейшем. На кафедре, руководимой А.Н.Мазаровичем, позднее получившей название исторической геологии, была создана лаборатория «Литология», ставшая отправной точкой в окончательном формировании коллектива литологов-единомышленников в МГУ со своим уникальным подходом к преподаванию. В 1938 году в Московском университете был создан геолого-почвенный факультет, который в июне 1949 года был переименован в геологический с последующей передачей специальности «почвоведения» на биологический факультет (Приказы по МГУ № 219, 6.06.49, № 249, 23.06.49)

Крашенинников Григорий Федорович (1909–1992), будучи выпускником Московского геологоразведочного института (1931 г.), благодаря своим научным наставникам и семье (отец Г.Ф.Крашенинникова был профессором Московского университета), генетическим образом был связан с академическими традициями МГУ. С 1940 года сначала по совместительству, а затем с 1949 года на постоянной основе, он начал работать в Московском университете, где был с 1956 года и до конца своей жизни профессором [3]. До этого времени он трудился в Восточно-Сибирском геологическом управлении (1931–1935 гг.), участвуя в исследованиях Ангара-Илимского и Ангара-Окинского железорудных районов Забайкалья. В 1936 году он стал научным сотрудником Всесоюзного института минерального сырья (ВИМС), где под руководством Н.С.Шатского (ученика А.П.Павлова) проводил стратиграфо-литологические исследования Буреинского (Забайкалье) и Челябинского (Урал) угленосных бассейнов. Начиная именно с этих работ Г.Ф.Крашенинников тесно связал свои научные интересы с угольной геологией. Палеогеографические реконструкции, которые он выполнил для позднемезозойско-кайнозойских угленосных толщ Челябинского бассейна, послужили основой его кандидатской диссертации, которая была им защищена в 1942 году. В это сложное время резко возросла значимость уральских месторождений угля, столь необходимого для промышленности, большая часть которой была переправлена на восток из центральных областей нашей страны.

После войны, в связи с необходимостью восстановления хозяйства страны и расширения сырьевой базы, проводились детальные исследования угленосных толщ Донбасса, Кузбасса, Казахстана и Сибири, в которых принимали участие литологи МГУ уже под руководством Г.Ф.Крашенинникова. В 1950 году в структуре кафедры

исторической и региональной геологии МГУ им была создана лаборатория «Литология», которую он и возглавил. Через учебную аудиторию (№ 604) этой лаборатории прошло множество обучаемых литологии студентов, а также множество стажеров и аспирантов. По словам В.Т.Фролова, Г.Ф.Крашенинников был университетским отцом многих литологов и геологов [4]! К числу его учеников и соратников относятся Н.П.Григорьев, А.Н.Волкова, Н.В.Иванова, Р.М.Коньшева, Л.Г.Рекшинская, В.Т.Фролов, О.В.Япаскерт, Г.М.Седаева, В.И.Попков и многие другие.

В стенах Московского университета Г.Ф.Крашенинников в 1955 году защитил докторскую диссертацию, на основе которой им была подготовлена известная монография «Условия накопления угленосных формаций СССР» (1957). В 1971 году он опубликовал учебное пособие «Учение о фациях», а в 1988 году – руководство к лабораторным занятиям «Учение о фациях с основами литологии» в соавторстве.

Он также долгие годы возглавлял секцию «Осадочные породы» Московского общества испытателей природы (МОИП).

Вспоминая о Г.Ф.Крашенинникове О.В.Япаскерт отмечал, что круг его научных интересов был очень широкий. Среди тем, которых касался в своих работах Г.Ф.Крашенинников были: проблемы методики литологических исследований и базовая терминология, классификация осадочных пород, эволюция осадочного породообразования и постседиментационные преобразования, дифференциация минеральных и органических веществ, пути развития литологии и многие другие вопросы.

Важнейшим этапом дальнейшего формирования литологической школы МГУ стало образование на геологическом факультете Московского университета новой кафедры литологии и морской геологии в 1983 году [5]. Идейным вдохновителем, основателем и первым заведующим вновь созданного подразделения был **Тимофеев Петр Петрович (1918–2008)**, который в 1985–1989 гг. являлся директором ГИН РАН. Произошло знаковое событие, которое объединило университетские и академические научные силы, а также традиции разных литологических школ.

Основой новой кафедры стал коллектив лаборатории «Литология» МГУ, в котором многие были наследниками представлений и методических подходов А.П.Павлова (например, в понимании генотипа и «гресслиевской» трактовки фации). П.П.Тимофеев, будучи выпускником Московского университета (1943 г.), считал себя учеником Ю.А.Жемчужникова, придерживающегося во многом воззрений австрийского геолога И.Вальтера, рассматривающего сущность фации вне зависимости от возрастных соотношений. В результате, в рамках новой кафедры возник коллектив специалистов-литологов с возможностями использования различных методик генетических исследований, основываясь на детальном и всестороннем изучении вещества. П.П.Тимофеевым были подготовлены и введены в учебный процесс базовые курсы «Учение о фациях и палеогеография» и «Учение о геологических осадочных

формациях», он руководил аспирантами и способствовал организации кафедральных учебных и производственных практик (Казахстан, Кавказ). На кафедре стали преподавать специалисты из ГИН РАН. В разные годы лекции читали **А.Г.Коссовская, В.А.Дриц, Л.И.Боголюбова, В.И.Копорулин, Ю.Г.Цеховский, Г.Ю.Бутузова, И.М.Симанович, В.Н.Холодов, Б.В.Полянский, В.Н.Кулешов**. Будучи член-корр. РАН, П.П.Тимофеев последовательно отстаивал значимость «Литологии» как самостоятельного научного направления в академических кругах. Такой поддержки сейчас не хватает.

Важнейшим научным трудом П.П.Тимофеева является «Геология и фации юрской угленосной формации Южной Сибири» (1969), а также целый ряд других монографических изданий. Одной из последних его крупных работ является книга «Эволюция угленосных формаций в истории Земли», опубликованная в 2006 году. П.П.Тимофеев возглавлял межведомственный литологический комитет (МЛК) при Российской академии наук.

Практически сразу после создания кафедры литологии и морской геологии МГУ лекции по полному курсу «Литология» стал читать **Фролов Владимир Тихонович (1923–2015)**. В.Т.Фролов был соратником Г.Ф.Крашенинникова, отличительной профессиональной чертой которого была неординарность (парадоксальность) научного мышления. Имея фундаментальные знания во многих областях геологии, он смог выстроить собственную систему литологических знаний, которые послужили основой его учебника «Литология», изданного в 3-х томах в 1992, 1993 и 1995 годах. Для многих специалистов-литологов эта книга стала настольной, как и широко известный его труд «Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород», опубликованный в 1964 году.

В.Т.Фролов поступил в Московский университет на геолого-почвенный факультет в 1940 году. В 1941 году после первого курса добровольцем ушел на фронт, где участвовал во многих кровопролитных боях и был сильно контужен. После демобилизации в 1946 году он вернулся учиться на факультет, который закончил с отличием в 1949 г. и был зачислен в аспирантуру. В 1950 году В.Т.Фролов стал ассистентом кафедры исторической и региональной геологии МГУ. С 1965 по 1983 г. он был доцентом лаборатории «Литология», возглавляемой Г.Ф.Крашенинниковым. В эти годы выработался особый подход В.Т.Фролова к преподаванию, который заключался в познании учебного материала через совместный со студентами поиск ответов, проведение открытых дискуссий и желание добраться до сути обсуждаемых вопросов. В.Т.Фролов проводил лабораторные занятия, читал краткие курсы лекций, проводил учебные практики в Крыму.

Научные исследования им проводились на Урале (1957—1965), Кавказе (1966—1969 и 1981—1982), в Австралии и Новой Гвинее (1970—1971), на Курильских и Командорских островах (1974—1983), в Западной Сибири (1990—1993), в акваториях

Средиземного моря и Атлантического океана (в рейсе научно-исследовательского судна по программе «НИС “Московский университет—2”»).

В 1969 г. В.Т.Фроловым была подготовлена кандидатская диссертация об условиях формирования юрских отложений Дагестана, которая была опубликована в виде отдельной монографии. В 1984 году он защитил докторскую диссертацию по теме «Генетическая типизация морских отложений», дополнив раздел литологии в систематике осадков по способу их образования. Особое место в научной деятельности В.Т.Фролова занимает его участие в написании коллективной монографии «Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов», опубликованной в 1998 году под общей редакцией В.Н.Шванова. В подготовленных им в этой книге разделах отразились его большой накопленный практический опыт и знания [6].

О.В.Япаскурт писал, что важными научными темами для В.Т.Фролова были систематика и типизация осадочных пород и их аналогов («экзолитов»), циклический анализ в литологии, а также развитие генетического направления в формационном анализе (или в «формациологии») [7]. Универсальность знаний В.Т.Фролова отразилась и в его интересе к философским аспектам методологии исследований, что обусловило создание им труда «Наука геология, философский анализ», опубликованного в 2004 году.

Вторым заведующим кафедрой литологии и морской геологии МГУ был **Япаскурт Олег Васильевич (1936–2016)**, который руководил ей с 1990 года до конца своей жизни. При О.В.Япаскурте окончательно сформировался учебный план подготовки студентов, который предполагал обучение по двум специализациям: литологии и морской геологии. Наряду с получением фундаментальных знаний по петрографии осадочных пород и генетическому анализу, одним из основных научных направлений стало изучение современного осадконакопления в морях и океанах. Долгие годы этим направлением руководил **Куприн Павел Николаевич (1925–2019)**, возглавлявший лабораторию «Морской геологии» МГУ, коллектив которой вошел в состав кафедры при её формировании. Этими исследованиями занимались Ф.А.Щербаков, А.Ф.Лимонов, А.С.Поляков. В настоящее время, как и ранее, обучение по морской геологии проводят В.М.Сорокин, А.Г.Росляков, В.Л.Лукша, П.А.Ивлиев (рис.).

Выдающиеся организаторские способности О.В.Япаскурта позволили кафедре стать связующим звеном между университетом и академическими институтами. В эти годы продолжилось научное и учебное взаимодействие кафедры с ГИН РАН, где О.В.Япаскурт возглавлял лабораторию «Литогенеза» (1999–2014 гг.). Студенты кафедры продолжали участвовать в полевых исследованиях, проводимых сотрудниками ГИН РАН, а также получать за научные успехи премию имени Н.М.Страхова. С момента образования кафедры также установилось научное сотрудничество с Институтом «Океанологии» РАН, которое только усилилось со временем. Многие выпускники

кафедры сейчас работают в разных подразделениях этого института под руководством известных ученых, в том числе и в лаборатории А.П.Лисицына. Тесные научные контакты возникли с дружественными кафедрами других ВУЗов страны: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, МГРИ-РГГРУ имени С. Орджоникидзе, СПбГУ, ВГУ, КФУ и других.



Рисунок. Кафедра литологии и морской геологии в год 25-летнего юбилея в учебной аудитории 604 Главного здания МГУ имени М.В. Ломоносова (2008 г.). Слева направо в нижнем ряду: Е.В.Карпова, Л.Ф.Кузнецова, Ю.В.Ростовцева, О.В.Япаскурт; в среднем ряду: В.Т.Фролов, Г.М.Седаева, В.Л.Лукша, М.Н.Щербакова; в верхнем ряду: В.М.Сорокин, Н.В.Клавдиева, А.С.Поляков, Т.А.Шарданова, Н.А.Соловьева, И.И.Плюснина, А.Г.Росляков, П.Н.Куприн, В.Л.Косоруков.

О.В.Япаскурт после П.П.Тимофеева в 1999 году возглавил межведомственный литологический комитет (МЛК) РАН, который в 2013 году был переименован в Научный совет по проблемам литологии и полезных ископаемых Отделения наук о Земле РАН (НС ЛОПИ ОНЗ РАН). По его инициативе и активном участии совместно с коллективом кафедры и бюро МЛК, а затем НС ЛОПИ ОНЗ РАН были организованы и проведены 8 Всероссийских литологических совещаний и несколько крупных региональных и тематических семинаров литологов России и стран СНГ. В 2009 году им был подготовлен проект «Концепция развития литологических исследований на современном уровне» в бюро ОНЗ РАН, прошедший широкое обсуждение среди литологов. Всё это значительно укрепило научный потенциал кафедры.

О.В.Япаскурт также как и Г.Ф.Крашенинников, был выпускником Московского геологоразведочного института (МГРИ), после окончания которого в 1958 году некоторое время работал во Всесоюзном Аэрогеологическом тресте Министерства геологии и охраны недр СССР, где участвовал в проведении государственной геологической съемки в труднодоступных районах Горного Алтая и Забайкалья.

В 1962 году он перешел в Центрально-Казахстанскую экспедицию (ЦКЭ) геологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, где в составе большого коллектива геологов стал заниматься картированием отложений докембрия и палеозоя. С приходом О.В.Япаскурта в МГУ началась его плодотворная научная и педагогическая деятельность. В 1971 году О.В.Япаскурт защитил кандидатскую диссертацию по теме «Стратиграфия и литологические особенности докембрия восточного крыла Майтубинского антиклинория (Улутау, Центральный Казахстан)». Позднее под руководством Г.Ф.Крашенинникова он занимался изучением литологии терригенных комплексов мезозоя и палеозоя Верхоянского складчатого пояса в Якутии, итогом этих работ стали защищённая им в 1987 году докторская диссертация по теме «Литология терригенных формаций миогеосинклинальных осадочно-породных бассейнов верхоянского комплекса» и издание двух монографий. В 1983 году он был зачислен в состав преподавателей открывшейся на геологическом факультете МГУ кафедры литологии и морской геологии.

О.В.Япаскурт опубликовал свыше 200 научных работ, а также подготовил 12 монографических изданий, включая учебник по «Литологии» (2008, 2016). Считая себя учеником Г.Ф.Крашенинникова, он стал одним из ведущих специалистов в области познания постседиментационных процессов. О.В.Япаскурт долгие годы преподавал курс «Стадиальный анализ литогенеза», который и сейчас читается на кафедре его ученицей доцентом Е.В.Карповой. В последние годы он активно развивал новое направление «Динамическая литология». С 1992 года О.В.Япаскурт возглавлял Секцию «Осадочных пород» Московского общества испытателей природы (МОИП) [5].

Начиная с конца 2016 года, после невосполнимых утрат, одной из задач кафедры литологии и морской геологии стали сохранение и продолжение традиций Литологической школы МГУ имени М.В.Ломоносова. С этого времени сначала исполняющим обязанности руководителя, а затем заведующим кафедрой стала Ю.В.Ростовцева, которой в своё время преподавали Г.Ф.Крашенинников, П.П.Тимофеев, В.Т.Фролов и О.В.Япаскурт.

Учитывая современное развитие науки и экономики, заинтересованность абитуриентов, а также возрастающую потребность целенаправленной подготовки кадров в области седиментологии для нефтегазодобывающей промышленности кафедра литологии и морской геологии Приказом №1384 от 27 ноября 2017 года ректором МГУ была переименована в **кафедру нефтегазовой седиментологии и морской геологии**.

С этого времени, сохраняя приверженность к преподаванию фундаментальных предметов, на кафедре были разработаны и введены в учебный процесс целый ряд новых курсов: «Методика изучения керна скважин», «Породы-коллекторы», «Трехмерное геолого-геофизическое моделирование с использованием ПО Petrel» и др. В 2018 году был заключен договор с Шлюмберже на использования ПО Petrel в учебных целях. В 2019 году создана новая учебная коллекция пород-коллекторов по двум основным (Волго-Уральской и Западно-Сибирской) нефтегазоносным провинциям России, включающая материалы (образцы и шлифы) практически из всех продуктивных пластов.

Продолжая дело своих научных наставников и учителей, с 2018 года кафедра совместно с секцией «Осадочные породы» МОИП проводит ежегодные научные чтения «Экзолит», направленные на создание новой площадки для обсуждения вопросов литологии, объединяющей производственные компании, академическую науку и Высшую школу.

В 2018 году состоялось празднование 35-летнего юбилея кафедры и 50-летнего юбилея лаборатории «Морской геологии». В этом же году кафедра при спонсорской поддержке ЗАО «Моделирование и мониторинг геологических объектов им. В.А.Двуреченского» (МиМГО), возглавляемого нашим выпускником С.С.Гавриловым, учредила стипендию имени О.В.Япаскурта и премию имени В.Т.Фролова.

На кафедре ежегодно обучается около 60-ти собственных студентов и аспирантов, а также учащиеся других 14-ти кафедр геологического и географического факультетов МГУ, которые слушают различные дисциплины, в том числе полный и краткие курсы «Литология». Преподавание обеспечивается силами сотрудников кафедры: Ю.В.Ростовцевой, В.М.Сорокиным, Т.А.Шардановой, Г.М.Седаевой, Е.В.Карповой, В.Л.Косоруковым, А.Г.Росляковым, В.Л.Лукшой, С.С.Демьянковым, П.А.Ивлиевым, А.Ю.Юрченко и А.Н.Хомяком. Отдельные курсы на постоянной основе или факультативно читаются приглашенными высококвалифицированными специалистами и известными учеными В.Г.Кузнецовым, Т.Н.Херасковой, А.В.Дроновым, В.П.Шевченко, Г.В.Агафоновой, А.С.Асташкиным. Материально-техническая база поддерживается в рабочем состоянии инженерами кафедры: Л.Ф.Кузнецовой, Т.И.Лазиной, Н.Н.Кузнецовой, А.К.Трухиной и Т.А.Ефимовой.

На кафедре также в разные годы работали И.С.Чумаков, Н.А.Соловьева, Н.Б.Ланкина, И.И.Плюснина, М.Н.Щербакова, Н.В.Клавдиева, А.В.Зайцев и многие другие.

Как известно, теории проверяются практикой, а качество образования – профессиональными достижениями воспитанников. Кафедра гордится своими выпускниками, которые успешно трудятся в различных профильных организациях, представленных как научными институтами (ГИН РАН, «Океанология» РАН, ИГЕМ РАН, ГЦ РАН, ВИМС, ВНИГНИ, ГазпромВНИИГАЗ и др.), Высшей школой (МГУ,

ДВФУ и др.), так и производственными компаниями (Газпром, Роснефть, Лукойл, Шлюмберже, Геосервис, МиМГО и др.).

Литература

1. Ломоносов М.В. О слоях земных. Госгеолиздат, Москва-Ленинград, 1949, 197 с.
2. Рухин Л.Б. Основы литологии. Гостоптехиздат, 1961, С.10.
3. Япаскурт О.В. Выдающийся ученый-естествоиспытатель и педагог (к 100-летию Григория Федорович Крашенинникова) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Геол. Т.84., Вып. 6, 2009, С. 49–53.
4. Фролов В.Т. Г.Ф. Крашенинников – педагог, геолог и человек / Литология и геология горючих ископаемых: Межвуз. науч. темат. сб., Редкол.: Алексеев В. П. (отв. ред.) и др. Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. горного ун-та, 2009. Вып. III (19). С.200–208.
5. Сайт кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии МГУ <https://lith.geol.msu.ru>
6. Шванов В.Н. Из истории литологии. Издательство СПбГУ, 2000 г. 66 с.
7. Япаскурт О.В. Владимир Тихонович Фролов (к 90-летию со дня рождения) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Геол. Т.88., Вып. 5, 2013, С.72–73.

К.М. Седаева

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

ЛАБОРАТОРИЯ ЛИТОЛОГИИ НА КАФЕДРЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ МГУ: ПРЕДЫСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ

Корни литологической школы МГУ исходят из лекций профессора М.С.Швецова по курсу петрография осадочных пород, прочитанных вначале факультативно (весьма бегло) в Московском университете (1922), а потом в Московском геологоразведочном институте (МГРИ). Об этом позднее было сказано в предисловии к первому изданию учебника в 1934 «Петрография осадочных пород» и в материалах по истории развития науки об осадочных породах в Советском Союзе. Введение данного курса давало мало для развития новой науки. Лекции не были еще достаточно разработаны и охватывали незначительную часть студентов вследствие того, что научные исследования в области изучения осадочных пород в это время только начинали развиваться, имели характер случайный, отвлеченный от практических нужд народного хозяйства Советского Союза [10, 1958, с. 110-112].

Однако с переходом профессора М.С.Швецова во МГРИ исследования осадочных образований в МГУ не только не прекратились, но и получили в середине XX столетия новые импульсы своего развития на кафедре исторической и региональной геологии, возглавляемой профессором А.Н.Мазаровичем. В этот период начали проводиться широкомасштабные литологические исследования на фоне проведения научно-изыскательных работ по строительству ряда крупнейших гидростанций и крупных

промышленных предприятий в европейской части России, а также при резко возросших запросах экономики на многие полезные ископаемые, большая часть запасов которых была обнаружена в осадочных породах. К этому моменту успехи четвертичной геологии и всей геологии в целом, подтвердили в необходимости изучения континентальных и морских отложений не только позднего кайнозоя, но и более древних возрастов. Исследованиями этих отложений занимались проф. А.Н.Мазарович (*верхнепермские отложения Верхнего и Среднего Поволжья*), проф. Г.П.Леонов (*юрские, палеогеновые и неогеновые отложения Ульяновского Поволжья и Кавказа*) вместе с сотрудниками и аспирантами кафедры, развивая Павловский генетический анализ на базе четвертичных и неогеновых континентальных отложений.

В 1955 г. на кафедру исторической и региональной геологии пригласили ученика и последователя М.С.Швецова – Григория Федоровича Крашенинникова, ранее работавшего в ВИМСе (Всесоюзный институт минерального сырья) и уже известного в то время специалиста по изучению угленосных отложений и открывателя Челябинского бурогоугольного месторождения на Южном Урале (1939). Г.Ф.Крашенинников организовал литологическую группу с приглашением других специалистов на кафедру (А.Н.Волкова, Н.В.Иванова, В.Т.Фролов, В.Н.Амагаева и др.), на основе которой в последствие была сформирована лаборатория литологии под его руководством при кафедре исторической и региональной геологии. Лаборатория литологии функционировала до конца 1982 года, за время ее существования были созданы новые циклы лекций и практикумов для студентов всех кафедр геологического и несколько кафедр географического факультетов МГУ. В этот период за всеми учебными курсами об осадочном породообразовании закрепилось наименование «литология», взамен слова «петрография», имевшего описательный смысловой аспект, и вышли учебники и учебные пособия. Среди них следует отметить «Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород» [7], «Опыт и методика комплексных стратиграфо-литологических и палеогеографических исследований» [8] и «Учение о фациях» [3] и др. Под руководством Г.Ф.Крашенинникова и при его участии вместе с сотрудниками и аспирантами были осуществлены научно-исследовательские работы в разных регионах СССР (Кузнецком, Минусинском и Донецком угленосных бассейнах, на Урале и Кавказе, в Казахстане, дельте рек Волги и Лены, Верхоянье и др.), готовя кадры высококвалифицированных специалистов и преподавателей-литологов. Это Владимир Тихонович Фролов, Олег Васильевич Япаскерт, ставшие в последствие заслуженными профессорами МГУ, а также кандидаты геолого-минералогических наук А.Н.Волкова, Н.В.Иванова, В.И.Копорулин, Г.П.Григорьев, Г.М.Седаева, В.С.Вишневская и др. Научно-исследовательские работы в лаборатории литологии проводились комплексно (системно) и одновременно по нескольким направлениям: минералого-петрографическое (*с широким применением стадийного анализа*), фациально-

генетическое (с применением циклического анализа), историко-геологическое (с применением методов формационного и сравнительно-литологического анализа).

Литологические интересы и исследования Г.Ф.Крашенинникова были связаны с угленосными отложениями позднего палеозоя ряда регионов СССР с выяснением некоторых черт палеогеографии и условий образования на основе всестороннего изучения пород характерных угленосных свит или/и формаций. При этом изучались условия образования угольных залежей и вмещающих угли толщ, имеющие большое значение для понимания геологического строения и истории развития угольных бассейнов. Благодаря этим направлениям исследования происходило выяснение возрастных соотношений между разными угленосными комплексами (формациями) и физико-географической обстановкой их образования, что создавало научную основу поисков, на базе которой можно вести дальнейшие разведочные работы. С другой стороны, это легло в основу генетического построения с выявлением периодичности изменения состава угленосных толщ (свит, формаций) из-за изменения физико-географических условий на фоне проявления того или иного тектонического фактора и, таким образом, подтверждая учение академика П.И.Степанова о формировании поясов и узлов угленакопления [2 и др.].

Фролов Владимир Тихонович – ученик и последователь проф. Г.П.Леорова развивал в начале своей научной деятельности фациально-петрографическое, фациально-генетическое и циклическое направление, а с 80-х г.г. XX столетия – историко-геологическое с целью комплексного решения вопросов стратиграфии, палеогеографии, обстановок и условий образования отложений. В своих исследованиях он широко использовал учение А.П.Павлова о генетических типах, но только среди морских осадков и более древних осадочных отложений разного возраста и генезиса [7-9 и др.]. Вершиной этих исследований явилась генетическая типизация морских отложений [8], сопоставимая с генетической типизацией континентальных отложений А.П.Павлова и Е.В.Шанцера. Кроме этого, его научные интересы касались процессов выветривания и классификации осадочных пород и геотектонических формаций в рамках широкого понимания и историко-геологического подхода.

Понимание В.Т.Фроловым геологических формаций как региональных парагенезов генетических типов отложений дало новый импульс учению о формациях, выделяя новое направление в литологии – формациологию [7-9 и др.] с возможностью восстанавливать геотектонические режимы, климаты и стадии развития бассейнов и регионов, а в дальнейшем и геодинамические обстановки. Одновременно с этим он стал рассматривать выветривание и элювиальные процессы, как и классификацию осадочных пород с историко-геологических позиций, при этом принимая во внимание условия открытой системы экзосферы и этапность геологической истории развития Земли, ее химического состава и эволюции осадочного породообразования и полезных ископаемых с появлением аквалитов. Об этом было сказано в ряде его публикаций и в

его фундаментальном труде «Литология» [9, 1992, с. 126-132; 1993, с. 254-263 и др.], претворяя и развивая в дальнейшем научные направления литологических исследований, основоположником которых был академик Н.М.Страхов.

Минерально-петрографическое направление с применением фациально-генетического и палеоэкологического анализов широко развивали в лаборатории литологии в начале ее существования А.Н.Волкова, Н.В.Иванова, Н.П.Григорьева и др., изучая условия образования угленосных отложений балахонской серии (C_1-P_1 bl) Кузнецкого бассейна, по материалам которых ими были защищены в последствие кандидатские диссертации. Позднее, в 60-80-х г.г. прошлого столетия в связи с производственной необходимостью начались детальные литологические исследования угленосных отложений Донецкого бассейна и изменения их физико-механических свойств по стадиям литогенеза и углефикации. К этой группе присоединились новые сотрудники лаборатории: Л.Г.Рекшинская, Г.М.Седаева, А.М.Пиотровский и др., которые изучали компонентный состав пород (песчаников, алевролитов, аргиллитов и известняков), их литогенетические преобразования и изменения свойств, как на площади, так и в разрезе. Необходимо было выяснить поведение пород на глубине в зависимости от их литологических особенностей и прочностных характеристик, в связи с углублением и расширением стволов и горизонтальных выработок угольных шахт при добыче полезного компонента.

В этом же направлении, но уже на других геологических объектах (рифейские отложения Центрального Казахстана и юрские угленосные отложения верховья р. Лена) начал свои литологические исследования в лаборатории О.В.Япаскурт с широким применением стадияльного и фациально-генетического методов изучения терригенно-обломочных пород, в основном песчаников. Это было новым в литологических исследованиях на кафедре и как показали дальнейшие события важным направлением по изучению вторичных, постседиментационных преобразований осадочных пород, как прогрессивных, так и регрессивных, из чего родился стадияльный анализ. У его истоков стояли А.Н.Коссовская, В.Д.Шутов, а современная его разработка и развитие связано с именами Олега Васильевича Япаскурта и соратников-единомышленников из других институтов и учебных заведений: И.М.Симанович (ГИН РАН), В.Н.Шванов (ЛГУ, по-новому СПбГУ), А.А.Махнач (Белорусский госуниверситет) и др.

С 1983 г. лаборатория литологии волилась в структуру новой кафедры литологии и морской геологии, заведующим кафедрой которой стал член-корреспондент П.П.Тимофеев П.П. – ведущий научный сотрудник ГИН АН СССР, ученик и последователь Ю.А.Жемчужникова. Под его руководством был разработан вначале 50-х г.г. XX в. фациально-циклический анализ угленосных толщ и успешно применен в Донецком бассейне [1]. После работ Ю.А.Жемчужникова, Г.Ф.Крашенинникова и др. угленосные отложения стали эталоном детального фациально-генетического изучения,

что в последствие подтвердил в своих исследованиях П.П.Тимофеев при изучении юрской угленосной формации Южной Сибири [4].

С 70-х г.г. XX в. началось интенсивное изучение дна океанов с применением глубоководного бурения. В этих исследованиях принимал участие и П.П.Тимофеев с сотрудниками ГИН АН СССР для изучения осадков и пород, по результатам которых были написаны ряд статей и монографий [5 и др.]. В последствие выяснилось, что для освоения и дальнейшего обобщения огромного фактического материала требуется большое количество специалистов, в основном литологов, подготовленных на современном мировом уровне. П.П.Тимофеев приложил большие организаторские способности для создания кафедры такого профиля в стенах крупнейшего университета страны – МГУ им. М.В. Ломоносова. В 1983 г. на геологическом факультете МГУ на базе лаборатории литологии открылась новая кафедра – кафедра литологии и морской геологии.

Литература

1. Жемчужников Ю.А. и др. Аллювиальные отложения в угленосной толще Донбасса. Тр. ГИН АН СССР. Т. 151, угольная серия № 15. М.: Изд-во АН СССР. 1954, 287 с.
2. Крашенинников Г.Ф. Условия накопления угленосных формаций СССР. М.:Изд-во МГУ, 1957. 297с.
3. Крашенинников Г.Ф. Учение о фациях. М.: Изд-во МГУ, 1971. 368 с.
4. Тимофеев П.П. Геология и фации юрской угленосной формации Южной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1969. 231с.
5. Тимофеев П.П. Проблемы литологии Мирового океана. Литология и геохимия Тихого океана. М.: Изд-во АН СССР. 1983. 216 с.
6. Фролов В.Т. Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород. М.: Изд-во МГУ. 1964. 310 с.
7. Фролов В.Т. Опыт и методика комплексных стратиграфо-литологических и палеогеографических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1965. 197 с.
8. Фролов В.Т. Генетическая типизация морских отложений. М.: Изд-во МГУ, 1984. 221 с.
9. Фролов В.Т. Литология. М.: Изд-во МГУ. Кн.1, 1992. 336 с. Кн.2, 1993. 432 с. Кн.3, 1995. 352 с.
10. Швецов М.С. Материалы к истории развития науки об осадочных породах СССР // Очерки по истории геологических знаний. Вып. 6. 1958. 237 с.

Г.В. Агафонова^{1,2}

¹ МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, Москва

² ФГБУ «ВНИГНИ», Москва

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА МГРИ В РАБОТАХ МОСКОВСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НЕФТЯНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ

ЛитоLOGическая школа, созданная М.С.Швецовым, и продолженная С.В.Тихомировым нашла отражение в работах их учеников и последователей, связавших свою научную деятельность с отраслевыми научно-исследовательскими нефтяными институтами: Г.А.Каледа, М.В.Михайлова, Н.Н.Бакун – во ВНИГНИ, В.В.Меннер, С.В.Максимова, И.К.Королук – в ИГиРГИ. В своем докладе я расскажу лишь о некоторых представителях этой школы.

Когда в 1956 г. во МГРИ была восстановлена самостоятельность кафедры петрографии осадочных пород, к ней была присоединена кафедра горючих ископаемых, что оказалось весьма знаменательным.

В 1954–56 гг. в Крымской геологической экспедиции НИСа попутно с геологической съемкой были поставлены работы по петрографическому изучению верхнеюрских отложений, под руководством проф. М. С. Швецова, выполнявшиеся М.В.Михайловой. Состав, строение и происхождение этих пород почти не были изучены до этого времени. На основании описанных разрезов (28) и микроскопического анализа более чем 1400 шлифов была выполнена пионерская работа: составлены колонки детальных разрезов и схемы сопоставления по ним, таблицы типов органогенных образований и их контактов с вмещающими породами, схемы распределения типов известняков и органогенных образований по возрасту, литолого-фациальные карты. Опираясь на классификацию осадочных пород М.С.Швецова М.В.Михайловой было выделено 17 типов и 70 разновидностей осадочных пород; только среди известняков 43 литотипа.

В 1958 г. во ВНИГНИ был создан литолого-стратиграфический отдел, где с 1962г. начинаются работы по изучению рифовых комплексов Средней Азии, Урало-Поволжья, бортовых зон Прикаспийской синеклизы, Крымско-Кавказского региона. В 1960-1962г.г. М.В. работала в составе партии ВНИГНИ, проводившей тематические работы на территории Северного Кавказа и Предкавказья, в результате чего ею была проведена сравнительная характеристика карбонатов верхней юры этих районов в связи с поисками УВ в Крымско-Кавказской зоне. В 1964 г. М.В. защитила кандидатскую диссертацию.

Эти работы послужили материалом для создания монографии «Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность» (1975), посвященной Михаилу Сергеевичу. Вместе с авторами разных институтов в работе участвовали И.К.Королук (ИГиРГИ) и М.В.Михайлова (ВНИГНИ) осуществлявшие

общее планирование, подготавливающие иллюстрации, составившие 2, 3, 4, 5, 6 главы этой работы.

Г.А.Каледа, закончив в 1951 г. МГРИ был оставлен аспирантом на кафедре М.С.Швецова под руководством которого он начал изучать геологию, стратиграфию, литологию девона Алайского хребта и прилегающих территорий, результатом чего стала кандидатская диссертация. В этой крупной научной работе были затронуты важнейшие литологические проблемы, развивавшиеся им на протяжении всей научной жизни: связь кремненакопления с вулканическими процессами, происхождение карбонатных пород и их вторичные изменения, общие представления о связи осадкообразования с тектоникой. Особое место в научной деятельности Г.А.Каледы занимала проблема эволюции кремненакопления и главное достижение его работ было в установлении общей закономерности этого процесса, воплотившейся в три этапа геологической истории кремнезема. Исследуя девонские известняки Тянь-Шаня, обнажения и керн скважин, вскрывшие отложения девона, карбона и перми в пределах Русской платформы, Г.А.Каледа установил обратную связь между размерами карбонатных кристаллов и количеством разных примесей. Весьма важен и другой вывод, о разной зональности и интенсивности процесса перекристаллизации в геосинклиналях и на платформах. Г.А.Каледа обладал особым видением процессов формирования осадочных толщ в историко-геологической последовательности. Г.А.Каледа стал родоначальником направления, которое можно назвать литологической тектоникой, в котором была поставлена и решена проблема унаследованности роста антиклинальных структур и изменчивости осадочных отложений на сводах тектонических поднятий. На основе теоретических разработок и экспериментальных исследований был накоплен материал, положенный в основу оригинальной литолого-статистической методики. Результатом этих работ стала докторская диссертация, монографически изданная в 1985 г. В 80-х г.г. XX столетия Г.А. и его сотрудники развивают направление, связанное с литологической типизацией природных резервуаров нефтегазоносных комплексов.

И.К.Королюк закончила МГРИ в 1945 г. Ученица М.С.Швецова, Н.С.Шатского, М.В.Муратова, аспирантка ГИН АН СССР, защитила диссертацию по теме «Подольские толтры и условия их образования». Позже развивала учение о формациях на примере карбонатных разновозрастных толщ платформ и краевых прогибов. Будучи членом Рифовой комиссии (с 1964 г.) занималась проблемами ископаемых органогенных построек, их классификацией, цикличностью, эволюцией во времени. Уникальный, но к сожалению исчезнувший с лица Земли шихан Шахтау, демонстрировавшийся геологам 17-ого и 27-ого Международных геологических конгрессов и других геологических событий, был описан и изучен И.К. и сотрудниками ИГиРГИ. По результатам работы в 1985 г. вышла монография «Методы и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау». Тем не менее в заключении И.К. написала «несмотря на большой объем проведенной работы, наличие нерешенных вопросов говорит о том, что наши

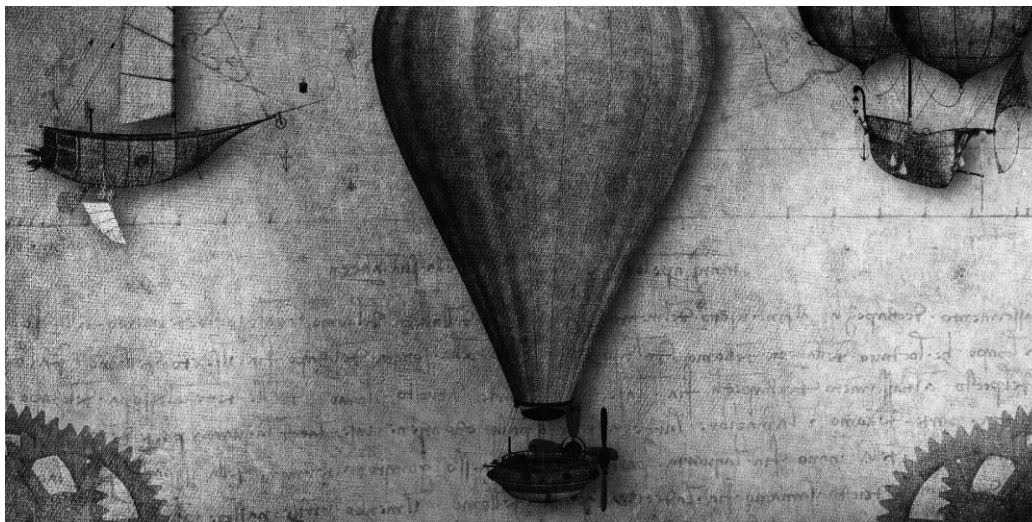
представления об ископаемых рифах отражают лишь самые общие их свойства и требуют продолжения кропотливой работы на массивах различного возраста». В работе не только осмысливается и анализируется богатая фактура объекта, но и критически оцениваются теоретические вопросы литологии, в частности касающиеся классификации известняков.

Те, о ком я смогла рассказать и о ком пока не смогла, были моими учителями, моя производственная и научная жизнь начиналась рядом с ними и продолжалась многие годы. Их работы стали для меня и других геологов литологической классикой. Специалисты высокой пробы, неординарные Личности, Ученые энциклопедических знаний, это они привили мне любовь к литологии – низкий ВАМ поклон.

* * *

Обращение Оргкомитета научных чтений «ЭКЗОЛИТ-2020»

Оргкомитет научных чтений «ЭКЗОЛИТ-2020», понимая невозможность охватить всё разнообразие имеющихся научных коллективов в России, занимающихся изучением осадочных пород, благодарит всех откликнувшихся и приславших очерки о своих литологических школах для данного сборника материалов.



ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г.В. Агафонова^{1,2}, Е.Л. Зайцева^{3,2}, Е.В. Рахимова¹

¹ МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, Москва

² ФГБУ «ВНИГНИ», Москва

³ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ ОТЛОЖЕНИЙ БАШКИРСКОГО ЯРУСА В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ БУЗУЛУКСКОЙ ВПАДИНЫ

Первые наиболее полные сводки по строению башкирского яруса в пределах Волго-Уральской НГП были получены в результате обработки керна опорных скважин (Мелекесская, Бузулукская, Ульяновская, Краснополянская и др.), пробуренных в 1950-х годах. В основу работы положен материал поисково-оценочных и разведочных скважин, пробуренных в пределах Бузулукской впадины на Воронской, Полевой и Новенькой площадях. Актуальность исследований определяется нефтегазоносностью башкирских отложений в пределах провинции, присутствию в них пород-коллекторов и продуктивных горизонтов.

Изученный интервал разреза по фораминиферовым и водорослевым ассоциациям соответствует верхам нижнебашкирского-низам верхнебашкирского подъярусов. Фораминиферы представлены таксономически разнообразными комплексами, в которых обычно доминируют представители надсем. *Archaeodiscacea* (*Archaeodiscus* spp., *Paraarchaeodiscus* spp., *Asrteroarchaeodiscus* spp., *Neoarchaeodiscus* spp.). Среди фузулинид определены *Eostaffella* spp., *Pletostaffella* spp., *Pseudostaffella* spp., *Ozawainella* spp. и др. Важно отметить хорошую сохранность архедисцид, что, вероятно, объясняется типом микроструктуры стенки раковины, менее подверженной микритизации. Водоросли представлены тремя основными группами: 1. ассоциации с доминированием зеленых

водорослей (*Donezella*, *Beresella*, *Antracoporella*, *Antracoporellopsis* и др.), 2. с преобладанием красных водорослей (*Ungdarella*, *Komia*, *Stacheoides*) и 3. с примерно равными соотношениями зеленых и красных водорослей.

Карбонатные породы представлены известняками и доломитами. Меньшее распространение получили сульфатные отложения.

Среди известняков выделяются следующие группы: 1. Известняки обломочные (кластические) разделяются по размеру литокластов (обломков известняков) - известняковые брекчии, конгломерато-брекчии, обломочные песчаные, гравийно-песчаные. 2. Известняки биоморфные разделяются по биоморфной составляющей на строматолитовые, микробиальные, водорослевые (зеленые и багряные). 3. Известняки детритовые разделяются по размеру и составу детрита, присутствующей биоморфной составляющей на биоморфно-детритовые (детритово-биоморфные) фораминиферово-водорослевые (водорослево-фораминиферовые), криноидно-фораминиферово-водорослевые. 4. Известняки органогенно-обломочные разделяются по размеру и составу органогенных обломков: крупнозернистые поликомпонентные, средне-мелкозернистые фораминиферово-водорослевые, мелкозернистые водорослево-фораминиферовые, мелко-тонкозернистые фораминиферово-водорослевые. 5. Известняки оолитовые и их производные выделяются по присутствию структурного компонента оолита на: оолитовые, органогенно-обломочно-оолитовые, обломочно-оолитовые. 6. Известняки тонко-мелкозернистые комковатые.

Среди доломитов выделяются: пелитоморфные, микрокристаллические, тонко-микрокристаллические с реликтами детрита, тонко-мелкокристаллические, средне-мелкокристаллические. Сульфаты представлены крупнокристаллическими гипс-ангидритовыми породами.

Обращает внимание широкое распространение фораминиферово-водорослевых (водорослево-фораминиферовых) известняков с севера на юг и с запада на восток по всей провинции. Фораминиферово-водорослевые известняки попадают в две крупные группы – детритово-биоморфную (биоморфно-детритовую) и органогенно-обломочную. Явно органогенно-обломочная структура характеризуется следующими признаками: хорошей сортировкой основных компонентов (водорослей и фораминифер) в тонкой и мелкой, мелкой и средней фракциях, грануляцией компонентов, разной степенью окатанности, цементацией их яснокристаллическим кальцитом порового или базально-порового типа, отсутствием пелитоморфного (или микрокристаллического) карбоната.

В детритово-биоморфном (биоморфно-детритовом) фораминиферово-водорослевом (водорослево-фораминиферовом) структурном типе форменные компоненты представлены мелкой и средней песчаной фракцией, грануляцией охвачены, в основном, раковины мелких фораминифер, зеленые водоросли характеризуются хорошей и прекрасной сохранностью талломов и их структурных деталей. Все компоненты соединяются между собой, образуя сплошную водорослевую массу, в

которую погружены крупные и мелкие фораминиферы, створки брахиопод, членики криноидей. Пелитоморфный (микрокристаллический) кальцит отсутствует. Особенностью данных литотипов, входящих в разные группы, является схожесть их диагностических признаков, благодаря чему в большинстве случаев, исследователями эти структурные типы не разделяются. Тем более, что между данными крайними типами существуют переходные разности, что вообще характерно для карбонатных пород.

Авторы не считают известняки органогенно-обломочные синонимом известняков детритовых. В основе образования органогенного детрита лежат биологические и биохимические процессы; детрит может не подвергаться переносу и переотложению, что отражается в строении биоморфно-детритовых фораминиферово-водорослевых известняков. Напротив, признаки органогенно-обломочного фораминиферово-водорослевого типа свидетельствуют о явном волновом воздействии на осадок. Такие разные процессы реализуются либо на разных участках морского дна, либо в разное время. Последний случай наблюдался авторами непосредственно в образце, где известняк органогенно-обломочный сменяется детритово-биоморфным, а затем микробиальным. Такие последовательности наблюдались в разрезах разных скважин на разных уровнях. Отсутствие пелитоморфного карбоната в детритово-биоморфном известняке объясняется промывающим (но не перемывающим) воздействием морских течений.

Ал Халум Ахмед
КубГУ, Краснодар

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД БАСЕЙНА ПАЛЬМИРА

Исследования осадочного комплекса нефтегазоносных толщ бассейна Пальмира проводилась на базе исследований керна из двух скважин (Well A, B), пробуренных в центральной части бассейна Пальмира в блоке Бишри. Исследования шлифов из двух скважин проводились под поляризационным микроскопом в проходящем и перекрестном свете. Анализированы двадцать пять шлифов из известняков – доломитовых образцов формации Курчайн – Доломит по скважине А (в интервале: 2591.60-2600.60 м), и сорок шлифов из скважины В (в интервалах: 2380.0-2389.0 м, 2389.0-2394.5 м, и 2433-2442 м). Также изучено 14 полированных образцов из средней части разреза в скважине А и три из скважины В, которые изучались люминисцентным методом. Некоторые образцы были пропитаны синей смолой, для наблюдения открытой пористости. Петрографические исследования показали изменение коллекторских свойств пород, изменение пористости, а также направление и динамику миграции флюидов в зоне диагенеза.

Породы формации Аманаус-Шале в скважине В, представлены сланцами, известняками и доломитами разного состава. Образцы керна представлены доломитизированными известняками и доломитами, образованными при диагенетической перекристаллизации. На перекристаллизацию в растворимость карбонатных пород большое влияние оказывают примеси глинистого, кремнистого, органического вещества, которые создают вокруг карбонатных зерен непроницаемую коллоидальную пленку и тем самым не только замедляют процессы растворения и перекристаллизации, но и запечатывают на ранних стадиях литогенеза имеющиеся в породах пустоты и трещины. На более поздних стадиях литогенеза, когда осадок литифицируется и превращается в породу, некоторые примеси придают ей хрупкость и, если на такую породу оказывают воздействие тектонические напряжения, она растрескивается. По трещинам и ослабленным зонам образуются вторичные поры выщелачивания, порода становится относительно более пористой и проницаемой.

Перекристаллизация в различных структурно-генетических типах пород проявляется по-разному. Например, первичные тонкозернистые известняки оказываются менее перекристаллизованными, чем тонкозернистые доломиты, последние поэтому являются часто и наиболее пористыми. Это объясняется тем, что кристаллы кальцита в известняке под влиянием давления обладают тенденцией ориентировать свои оси «С» параллельно напластованию. В доломитах кристаллы и их оси ориентированы беспорядочно, что приводит к более рыхлой упаковке зерен. Полезная емкость первичных известняков, обязанная процессу перекристаллизации, не превышает 3–5%, в то время как в перекристаллизованных (изначально первичных, седиментационных) доломитах она может достигать 10–15% и более.

Образование пористости во вторичных диагенетических доломитах зависит не только от состава и концентрации поровых магнезиальных растворов, но также и от растворимости известкового ила и наличия в нем примесей глинистого и органического вещества, песчано-алевритового материала. Эти примеси отрицательно влияют на сам процесс доломитизации и образование пустотного пространства.

По шлифам выявлено три типа доломитов, которые отличаются по размерам кристаллов: криптокристаллические, тонко и грубо кристаллические. Кристаллы желто-коричневые под проходящим светом. Скрытокристаллические доломиты встречаются реже и состоят из плотно упакованных кристаллов доломита в размерах <4 мкм. Мелкокристаллические доломиты являются общими и состоят из плотно упакованных кристаллов. В крупно кристаллических доломитах объем порового пространства заполнен мелкокристаллическими агрегатами размером от 50 до 250 мкм, иногда до 400 мкм в размер. Встречены доломиты с кристаллами разного размера, с сеточным пересечением трещин и стиллолитовых швов. Крупнокристаллические доломиты в основном имеют нарушенные структуры, содержат в изобилии овальные включения реликтовой микрофауны, раковин фораминифер. Также встречаются иглы морских

ежей. В породах – коллекторах, сложенных диагенетическо-метасоматическими доломитами, пористость диагенетической доломитизации-перекристаллизации может быть значительной – до 15–25%.

В формации Курчайн – Ангидрит породы представлены солями и ангидритами, образованными в зоне диагенеза под воздействие сульфатизации. Породы представлены переслаиванием солей и ангидритов большей частью выступающими как покрышки для залежей УВ. В шлифах пород формации Курчайн – Ангидрит видны перекристаллизованные зерна гипсов, ангидритов и доломитов, с солями, обломки раковин моллюсков, трещины выполнены кальцитом и битумом.

Зерна карбонатных минералов, перекристаллизованные в стадию диагенеза, обычно непрозрачные, что объясняется примесью в них тонкозернистого, не до конца ассимилированного карбоната и глинистых частиц. Зерна карбонатных минералов, перекристаллизованные в стадию эпигенеза, характеризуются более крупным размером и прозрачностью.

К эпигенетическим относятся процессы кальцитизации, доломитизации, сульфатизации, окремнения, засолонения, проявляющиеся в заполнении пор, каверн и трещин выше отмеченными вторичными минералами или (и) окисленным битумом и нефтью. Парагенез аутигенных минералов с твердым битумом и пиритом относится к заведомо эпигенетическому процессу.

Петрографическое изучение пород показало, что формирование коллекторов с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами проходило на различных стадиях литогенеза, в основном на стадии диагенеза.

С.В. Астаркин, А.А. Татаринцева, О.К. Мартынова, В.М. Вологина

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени, Когалым

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ПОЗДНЕВАСЮГАНСКОЕ ВРЕМЯ ЗАПАДНОГО ОКОНЧАНИЯ СЕВЕРО-ВАРТОВСКОЙ МЕГАТЕРРАСЫ

В работе рассматривается группа месторождений, приуроченных к западной части Северо-Вартовской мегатеррасы, в зоне ее сочленения с крупными тектоническими элементами – Сургутским сводом и Ярсомовским прогибом [1-3]. Особенности тектонического строения и развития территории предопределили литофациальную неоднородность верхнеюрских отложений как по площади, так и по разрезу.

Основной целью исследования являлось уточнение седиментационной модели формирования регионально нефтеносных верхнеюрских отложений (пласт ЮВ₁) для повышения эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ. Достижение поставленной цели осуществлялось методами литолого-фациальных исследований,

включающих макро- и микроскопическое изучение керна, интерпретацию материалов ГИС, сейсморазведочных работ 2D и 3D, расчленение и корреляцию разрезов [4-8].

В результате проведенных исследований установлено, что верхнеюрские отложения представлены комплексом прибрежно-морских и мелководно-морских обстановок барьерного побережья, сформировавшихся под воздействием волновой и приливно-отливной деятельности (таблица). Частые изменения уровней моря, вызванные трансгрессивно-регрессивными тектоническими движениями, носившими неравномерный ингрессионный характер, обусловили циклическое строение васюганских отложений и их фаціальную изменчивость. Немалую роль оказали особенности палеорельефа и местные источники сноса, что отразилось в вертикальном и латеральном взаимоотношении выделенных литофаціальных последовательностей.

Обстановки формирования пласта ЮВ₁ в изученных разрезах

Таблица

Группа	Комплекс обстановок	Обстановка	Субобстановка
Переходная	Прибрежно-морской	Лагунного побережья	Прибрежной части лагуны
			Алеврито-песчаной отмели
		Прибрежной равнины	Вдольбереговые валы и гребни
Морская	Мелководно-морской	Пляжа	Нижнего пляжа
		Предфронтальной зоны пляжа	Подводного вала

На основе выполненных палеогеографических реконструкций, детальных структурных построений по кровле пласта ЮВ₁, анализа результатов испытания скважин, распределения петрофизических свойств в отдельных субобстановках построена карта прогноза эффективных коллекторов пласта ЮВ₁ и выделены первоочередные объекты для проведения дальнейших геологоразведочных работ: береговые барьерные бары с вероятностью обнаружения эффективного коллектора 0,63-0,78 и подводные валы предфронтальной зоны пляжа с вероятностью обнаружения эффективного коллектора 0,20-0,35.

Одним из главных факторов, определяющих сложное строение и внутреннюю неоднородность пласта ЮВ₁, является его фаціальная изменчивость. Такие факты, как резкая изменчивость общих и эффективных толщин, присутствие зон глинизации и карбонатизации, отсутствие связи толщин со структурным планом и разные положения уровня водонефтяного контакта, во многих случаях имеют прямое отношение к их

фациальному строению. К сожалению, в повседневной производственной практике объяснению неоднородности пласта ЮВ₁, с точки зрения анализа обстановок осадконакопления с использованием макро- и микроскопических методов исследований кернового материала, уделяется крайне мало внимания. Между тем, правильное понимание фациального строения объекта и процессов его формирования позволяет строить значительно более точные геологические модели.

Литература

1. Колотухин А.Т., Астаркин С.В., Логинова М.П. Нефтегазоносные провинции России и сопредельных стран. Саратов: ООО Изд. центр «Наука», 2013. 364 с.
2. Шеин В.С. Геология и нефтегазоносность России. 2-изд. переработанное и дополненное. М: ВНИГНИ, 2012. 848 с.
3. Шпильман В.И. Пояснительная записка к тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты. Тюмень, 1999.
4. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.
5. Алексеев В.П. Атлас юрских терригенных отложений (угленосные толщи Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
6. Обстановки осадконакопления и фации: в 2-х т. Т. 1. Пер.с англ./ под ред. Х. Рединга. М.: Мир, 1990. 352 с.
7. Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.
8. Einsele G. Sedimentary basins: evolution, facies and sediment budget. Berlin: Springer, 1992. 628 p.

А.А. Бердникова¹, Т.А. Янина¹, М.А. Зенина², В.М. Сорокин¹

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²Институт океанологии РАН, Москва

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ ЧЁРНОГО И КАСПИЙСКОГО МОРЕЙ ВРЕМЕНИ ПОСЛЕДНЕЙ ЛЕДНИКОВОЙ ЭПОХИ

Понто-Каспийский регион представляет собой систему внутриконтинентальных водоемов и сопредельных им территорий, подверженных в прошлом их влиянию и сохранивших в настоящем их палеогеографические следы. Каждому водоему присущи уникальные природные особенности и история развития. В то же время эволюция всего региона отражает как глобальную, так и региональную климатическую ритмику.

В данной работе затрагиваются проблемы развития территории во время последней ледниковой эпохи, под которой подразумевается поздневалдайское оледенение, сопоставляющееся с MIS2 шкалы SPECMAP [1], включающее как максимальное распространение ледников во время сильного похолодания климата, так и

похолодания и потепления более низкого ранга, время деградации оледенения и позднеледниковые вплоть до голоцена.

Нами проведены микрофаунистический и изотопно-кислородный анализы остракод из отложений кернов скважин Северного Каспия и Чёрного моря. Район, в котором была пробурена скважина КОР-4, находится в обширной плоскодонной котловине Широтной в северной части Каспийского моря. На севере эта котловина примыкает к придельтовой равнине, на юге её ограничивают банки Кулалинская и Безымянная, с запада серия банок (Малая Жемчужная, Средняя Жемчужная и Большая Жемчужная), с востока – возвышенность, простирающаяся в субмеридиональном направлении. Глубина водоема в этом месте составляет 11 м. Забой керна 56,4 м от поверхности дна. Скважина ИГС-1, глубиной 60 м с отметкой устья -34,9 м, пробурена на структуре «Филановского» в Северном Каспии, она также была ранее изучена комплексом других палеогеографических анализов [2]. Для изучения западной части Чёрного моря изучен керн скважины Восточное Самотино ВС-2Б, пробуренной на краю шельфа и верхней части континентального склона Болгарского побережья Чёрного моря на южном борту Нижне-Камчийского прогиба с глубины 53 м. Восточная часть Чёрного моря изучалась по скважине RBH-16, пробуренной также на окраине шельфа у северо-восточного побережья Черного моря близ г. Анапы на глубине 96 м.

На распределение остракод оказывают влияние два основных фактора – температура и солёность. Обнаруженные в четырех морских скважинах сообщества остракод соответствуют времени последней ледниковой эпохи. Большинство изученных видов являются каспийскими. Таким образом, остракоды новозвксинского бассейна являются общими с хвалынским. Это, вероятно, является следствием одностороннего сброса вод из Каспия. При приближении к границе позднего плейстоцена и голоцена видовое разнообразие как в Каспийском, так и в Чёрном море сокращалось. В скважинах ИГС-1 и КОР-4 изучены толщи гирканских и хвалынских отложений, в них встречено 30 видов остракод каспийского происхождения. Эти виды являются общими для обеих скважин. В целом, скважина КОР-4 оказалась более представительной за счет большей полноты хвалынских отложений. В связи с малым количеством обнаруженных раковин остракод в скважинах трудно выделить четко различимые сообщества остракод. В скважине RBH-16 определено 57 видов, 52 из них каспийского происхождения и 5 средиземноморского. Меньшее количество видов обнаружено в отложениях скважины ВС-2Б – 25, среди них 8 видов представлено средиземноморскими мигрантами и 17 видов каспийского происхождения.

Корреляция палеогеографических событий внутри региона так же важна, как комплексное рассмотрение истории развития Понто-Каспия на фоне глобальных изменений климата. Изотопно-кислородные данные позволяют нам коррелировать трансгрессивно-регрессивные события Каспия и Чёрного моря с ледниково-межледниковой ритмикой на Восточно-Европейской равнине и событиями в Мировом

Океане. В истории региона для рассматриваемого промежутка времени выделено несколько стадий эволюции:

1. Вторая половина MIS3 и начало MIS2 – трансгрессия Каспия.
 2. Глубокая регрессия Каспия и Понта в начале поздневалдайского оледенения и в ходе последнего ледникового максимума. Изоляция, опреснение обоих водоемов.
 3. Трансгрессивная стадия Каспия и Понта со сложной внутренней динамикой на фоне деградации последнего ледникового покрова и эпизодического поступления большого количества талых вод. Сброс каспийских вод по Манычу.
 4. Подъем уровней обоих морей при резком потеплении в начале голоцена (MIS1); продолжение трансгрессивной фазы Чёрного моря в результате установления двусторонней связи с Мировым Океаном, осолонение Чёрного моря; регрессивная фаза (мангышлакская) в Каспии в результате увеличения испарения и уменьшение стока в Каспий.
 5. Голоценовые трансгрессии обоих морей.
- Исследования выполнены по проекту РФФИ 18-05-00684.

Литература:

1. Imbrie J., Hays J.D., McIntyre A. et al. The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record // Milankovitch and Climate / Berger, A., Imbrie, J., Hays, J., Kukla, G., Saltzman, B. (Eds.). Reidel, Boston, 1984. P. 269–305.
2. Свиточ А.А., Арсланов Х.А., Большаков В.А., Янина Т.А. Материалы изучения керна скважины 1 в Северном Каспии (описание керна, малакофаунистический, радиоуглеродный и магнитный анализы, стратиграфия и условия накопления) // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. М.: Географический ф-т МГУ, 2008. С. 128-143

Н.С. Болиховская

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

ПАЛИНОЛОГИЯ СУБАЭРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Трудно переоценить роль палинологического анализа в решение вопросов генезиса и палеогеографических условий образования субаэральных отложений, и, прежде всего, одного из самых ярких палеогеографических феноменов плейстоцена – лёссово-почвенной формации (ЛПФ). Являясь неисчерпаемым источником информации об истории природной среды в последний миллион лет, она принадлежит к числу важнейших геоэкологических объектов, во многом определяющих условия хозяйственной деятельности человека в областях своего распространения.

В то же время лёссово-почвенные образования из-за особенностей тафономии палиноморф в субаэральных отложениях, в аридном климате и щелочной среде

осадконакопления, вызывающих их деструкцию или агрегирование, долгое время находились как бы вне сферы палеоботанических работ. Более полутора столетий существовала так называемая, «проблема лёссов». Выводы о генезисе, условиях образования, стратиграфии и корреляции лёссово-почвенной формации оставались дискуссионными, т.к. не были подкреплены подробными ландшафтно-климатическими реконструкциями периодов образования каждого горизонта лёссов и ископаемых почв. При отсутствии репрезентативных палеоботанических данных, подавляющее число исследователей *a priori* придерживалось мнения, что на всей территории Евразии лёссы отвечают ледниковым эпохам, а ископаемые почвы – межледниковьям или межстадиалам.

Успешному решению «проблемы лёссов» способствовали подробные палинологические исследования опорных разрезов ледниково-перигляциальной и внеледниковой зон Северной Евразии с помощью продуктивных методик выделения палиноморф из ранее палеоботанически «немых» субэдральных толщ. Получен обширный объем палинологических данных как главных фаций ЛПФ – лёссовых пород и ископаемых почв, – так и парагенетически связанных с ней ледниковых, аллювиальных, озерных и других аккумуляций позднего кайнозоя [1, 2]. Они стали основой для выводов о генезисе изученных лёссовых, палеопочвенных и лёссоподобных образований, основывающихся на палинотафономических исследованиях, эколого-ценотическом анализе палинофлор и детальных климато-фитоценотических реконструкциях.

Результаты многолетнего полевого изучения и подробного послойного спорово-пыльцевого анализа содержащих лёссово-почвенные толщи опорных разрезов плейстоцена, расположенных в бассейне верхней Оки, верхнего Дона, среднего Днепра, среднего Днестра, средней Кумы, среднего Дуная, в северо-восточном Приазовье, Таджикской депрессии, Приташкентском районе и др. позволили решить важнейшие вопросы палеогеографии лёссово-почвенной формации Северной Евразии. Установлены пространственно-временные закономерности образования лёссов и ископаемых почв Северной Евразии и предложена новая концепция генезиса и эволюции лёссово-почвенной формации [2, 3], основные положения которой следующие.

1. Лёссово-почвенная формация – лито-био-геохимический феномен, обязанный своему появлению, существованию и развитию специфическим ландшафтно-климатическим условиям ледниково-перигляциальных и внеледниковых областей умеренного пояса в плейстоцене. Палеогеографическими предпосылками ее образования к началу неоплейстоцена явились: а) покровная седиментация глинисто-алевритового материала на равнинах; б) направленная континентализация климата; в) широкое и прогрессирующее распространение в умеренной зоне с конца неогенового и начала четвертичного периодов травяно-кустарничковых сообществ, в которых в качестве доминантов и содоминантов выступали злаки, разнотравье, полынь и маревые.

2. Лёссово-почвенная формация представляет собой сложно построенное разнофациальное геологическое тело высокого таксономического ранга. Пространственно-временная связь ЛПФ с другими формациями выражается присутствием в ней ледниковых, морских, аллювиальных и вулканогенных отложений плейстоцена. Главными фациальными компонентами ЛПФ являются лёссовые породы и ископаемые почвы.

3. Выявлено несовпадение во многих случаях границ между лёссовыми и почвенными горизонтами с границами термохронов и криохронов, а также ходом реконструированных палеоклиматических колебаний. Оно свидетельствует, что лёсс и почва в палеогеографическом понимании не антагонисты, а паритетные члены единого пространственно-временного образования. Формирование фаций каждого из них обуславливалось рельефом, материнской породой (выполнявшей как роль субстрата, так и материала почвообразования и лёссонакопления), климатом, растительностью, деятельностью животных, влиянием поверхностных вод, временем и скоростью седиментации минерального субстрата, т.е. теми факторами, которые являются факторами почвообразования.

4. Лёссовые горизонты представляют собой или осадочную породу, или перманентно-аккумулятивное почвенное образование, или недоразвитую почву, или генетический горизонт специфической полноразвитой почвы в зависимости от того, в каких палеоландшафтных условиях они формировались.

5. Образование лёссовых горизонтов в Восточной Европе происходило во время всех стадий ледниковых климатических ритмов, включая межстадиальные и межфазальные потепления, а также во время термоксеротических стадий и эндотермальных похолоданий межледниковых климатических ритмов. Формирование ископаемых почв происходило во время всех стадий межледниковых климатических ритмов, а также межстадиальных и межфазальных потеплений и криогигротических стадий ледниковых климатических ритмов. Только криоксеротические стадии оледенений характеризовались на Восточно-Европейской равнине чрезвычайной локализацией собственно почвенных покровов и почти повсеместным развитием лёссовых покровов.

Образование ЛПФ Западно-Европейской и Средне-Азиатской лёссовых провинций обуславливалось теми же закономерностями. Материалы палинотафономических исследований и эколого-ценотического анализа едомных палинофлор, а также детальные фитоценотические и климатические реконструкции, выполненные для едомных отложений Северо-Азиатской провинции, свидетельствуют, что последние не являются лёссовыми образованиями, а представляют собой синкриогенный аллювиально-пойменный аналог позднеплейстоценовых горизонтов лёссово-почвенной формации.

6. Синтез ландшафтно-климатических реконструкций ледниковых и межледниковых этапов образования лёссов и ископаемых почв выявил климато-фитоценоотические особенности условий образования фаций лёссово-почвенной формации. Установлено, что литогенез лёссов и лёссовидных отложений Северной Евразии осуществлялся в пустынных, полупустынных, степных, лесостепных, лесных, лесотундровых и тундровых ландшафтах перигляциального и экстрагляциального типов, а также в полупустынных, степных, лесостепных и лесных ландшафтах межледникового типа. Ископаемые почвы, как и лёссы, формировались в тундровых, лесотундровых, лесных, лесостепных, степных и полупустынных ландшафтах перигляциального и экстрагляциального типов, а также в лесных, лесостепных, степных и полупустынных ландшафтах межледникового типа. То есть, образование лёссов Северной Евразии в плейстоцене не происходило в тундровых, лесотундровых и, возможно, пустынных ландшафтах межледникового типа.

Работа выполнена по программе ГЗ «Палеоклиматы, развитие природной среды и долгосрочный прогноз ее изменений».

Литература

1. Болиховская Н.С. Палинология лёссов и погребенных почв Русской равнины // Проблемы общей физической географии и палеогеографии. М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 257-277.
2. Болиховская Н.С. Эволюция лёссово-почвенной формации Северной Евразии. М.: Изд-во МГУ, 1995. 270 с.
3. Bolikhovskaya N.S. Paleoenvironments and climatostratigraphy of the loess-paleosol formation of Northern Eurasia // LOESS in FORM. Budapest: Geographical Research Institute of HAS. 2004. N 4. P. 11-36.

В.В. Волкова, Т.Н. Пинчук
КубГУ, Краснодар

ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ СРЕДНЕЙ ЮРЫ БАРАКАЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ

Анализируя текущую выработку среднеюрских отложений в пределах площади, можно отметить, что наличие остаточных подвижных запасов углеводородов в небольшом эквиваленте. Отсюда возникает потребность в актуализации полной обобщенной локализации запасов, в том числе и прямым методом, которым является литолого-фациальный анализ. Основной вклад в изменение толщин привносит литологический фактор, что обусловлено дифференцированным характером уплотнения различных литотипов осадков уже на стадии диагенеза и усиливающимся на

последующих стадиях эпигенеза. Ведь благодаря полному пониманию текущей обстановки выработки, можно прогнозировать и оконтуривать перспективные нетронутые зоны и пропластки. Промышленная нефтегазоносность Баракаевского месторождения, расположенного на юго-западе Восточно-Кубанской впадины (ВКВ), связана с юрскими отложениями, в стратиграфическом разрезе которых выделяются продуктивные горизонты: II (келловейский ярус), III_а, III_в и III_г горизонты (бат-байосский ярус) [1].

В плане залежи всех горизонтов приурочены к «заливообразным» ловушкам, с севера ограниченными контурами нефтегазоносности. Размеры, очертания заливов и характеру насыщения коллекторов по горизонтам различны. Продуктивные пласты сложены, в основном, обломочными и обломочно-карбонатными породами.

Исследование шлифов показало наличие разнообразных пород с достаточно высокими коллекторскими свойствами, сформированных в различных литолого-фациальных условиях осадконакопления. Была составлена таблица по минеральному составу горных пород и заключениями по фациям с фотографиями характерных шлифов, фрагмент которой приведен ниже (таблица). Анализируя таблицу, приходим к выводу, что большинство пород с коллекторскими свойствами накапливалось в морских условиях, в зоне мелководного и погруженного шельфа. По фациальному анализу они имеют некоторые отличительные особенности: в бат-байосских отложениях встречаются многочисленные обломки эффузивных пород, в келловейских появляются грубообломочные песчаники с обломками метаморфических пород.

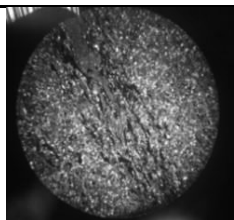
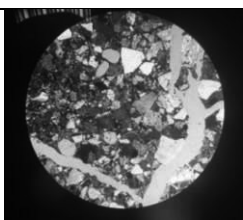
В верхней части бат-байосских отложений залегают четыре пачки песчаников разнозернистых, неокатанных и слабоокатанных, плохо отсортированных, состоящих из зерен кварца, реже полевого шпата, с обломками эффузивных пород, к которым приурочены горизонты III_а, III_б, III_в, III_г, из которых III_а, III_в, III_г – горизонты нефтегазонасыщенные, III_б горизонт – водонасыщен на Баракаевском месторождении. В интервале келловей выделяется нефтенасыщенный II горизонт, сложенный песчаниками, разнозернистыми, неяснослоистыми, крепкими, состоящими из неокатанных и угловатых зерен кварца, полевых шпатов и метаморфических обломков [1]. Бат-байосский период осадконакопления в районе Баракаевской происходил в морском мелководном бассейне, на окраине океана Тетис, с активным сносом обломочного материала, размывом подстилающих образований, сложенных вулканическим материалом.

Осадки келловей накапливались при общем развитии трансгрессии к востоку в условиях слабовыраженного пенепленизированного палеорельефа. Нивелируя отрицательные формы рельефа, трансгрессивный горизонт характеризуется наибольшими мощностями между палеоподнятиями. Базальные образования развиты на крыльях прогиба, в том числе и на Баракаевской площади, в южной части ВКВ. Состав их – песчаники, алевролиты, гравелиты чередующиеся с многочисленными углефицированными остатками и тонкими прослоями углей. Глинисто-карбонатная

морская трансгрессивная формация (средний-верхний келловей) имеет морское происхождение, отличается богатством фауны. В составе преобладают темно-серые известковистые аргиллиты и мергели, реже известняки.

Характеристика минерального состава пород

Таблица

№ шлифа Название породы	Интервал отбора керна, м	Минераль- ный состав	Содержа- ние, %	Цемент (состав +тип)	Фото шлифов
18 Песчаник алевритис- тый	628-637	Кварц	50	Кальцито- вый– 10%; тип – контакт- ный	 В перекрестном свете
		Примазки битума по слоистости	20		
		Биотит	10		
		Обломки слюд хлорита, нефелина, апатита	10		
Фации морские погруженный шельф					
22 Песчаник крупнозер- нистый	676-680 (2)	Кварц (зерна и заполнение трещин)	50	Кальцито- вый– 10%; тип – контакт- ный	 В проходящем свете
		Хлорит	20		
		Биотит	10		
		Кальцит	5		
		Рудные минералы	5		
Фации морские мелководный шельф					

Таким образом, в ходе исследования нам удалось уточнить условия формирования продуктивных горизонтов средней юры на Баракаевской площади, их распространение, что дает возможность прогнозировать новые участки для разведки углеводородов.

Литература

1. Скуба Д. А. и др. Пересчёт запасов нефти и ТЭО КИН по Баракаевскому месторождению. Научно-технический отчет по договору № 1216 -14.2006.1. Краснодар 2007 Фонды «НК «РОСНЕФТЬ» - НТЦ».

А.Н. Гараева, А.Э. Королёв
КФУ, Казань

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ
ФОНОВОГО ЛИТОГЕНЕЗА ПОГРУЖЕНИЯ
В НЕФТЕНОСНЫХ ПЕСЧАНИКАХ ПАШИЙСКОГО ГОРИЗОНТА
РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Нефтеносные кварцевые песчаники пашийского горизонта Ромашкинского нефтяного месторождения Республики Татарстан прошли сложный этап становления современного облика. Их первичные структурные особенности заложились еще на стадии седиментогенеза, когда в прибрежной части морского бассейна накапливались хорошо отсортированные зерна обломочного материала мелкозернистой размерности. В процессе диагенеза и последующего катагенеза аллотигенные зерна приобрели плотную структурную упаковку, приближенную к кубической. В это же время за счет перераспределения минерального вещества под действием меняющихся физико-химических параметров среды, шло образование аутигенной минерализации. Заключительный этап преобразования песчаников связан с приходом водонефтяных флюидов. В процессе флюидного литогенеза по периферии кварцевых зерен сформировались регенерационные каемки, а в поровом пространстве образовался аутигенный доломит. Из выше названных стадий литогенеза наиболее интересен этап погружения пород в зону прото-мезокатагенеза и связанные с этим перераспределение минеральной компоненты.

Оптико-микроскопические исследования пашийских кварцевых песчаников показали, что с этапом литогенеза погружения пород связано образование сидерита и волокнистого халцедона. Приуроченность радиально-лучистых сидеритовых сферолитов к участкам песчано-алевритовой толщи, обогащенным глинистым материалом, позволяет предположить парагенетическую взаимосвязь FeCO_3 со степенью глинистости терригенных пород. Подобная закономерность, по-видимому, обусловлена тем, что большая часть связанного железа терригенного девона сконцентрировано в хлоритовых агрегатах, слагающих глинистые слои, в том числе и пашийского горизонта. При уплотнение и обезвоживание глинистых слоев, часть связанного железа высвобождалась и в форме бикарбоната мигрировала в соприкасающиеся с ними песчаники и алевриты, где и осаждается в виде сидерита. Нельзя исключать участие в формировании сидеритов и микроорганизмов. В работе [1] было показано, что микробы вполне способны в процессе жизнедеятельности создавать сидеритовые кристаллы и агрегаты. В нашем случае тоже есть косвенные подтверждения биогенного происхождения сидеритов. На контактах с мусковитовыми чешуйками спорадически отмечаются тонкодисперсные комковатые агрегаты, стремящиеся принять

ромбоэдрический облик, и овалоидные обособления, имеющие явно биогенную природу. Сопряженность сидеритовых новообразований с мусковитом объясняется наличием в структуре слоистого минерала ионов калия, являющихся одним из необходимых элементов в биохимических процессах.

Аутигенный волокнистый халцедон присутствует практически во всех иллит-хлоритовых агрегатах, локализованных в песчаниках. В участках кремнистого метасоматоза все халцедоновые волокна ориентированы строго параллельно аксиальной текстуре глинистых минералов, развиваясь вдоль боковых граней чешуек иллита и хлорита параллельно их базальным плоскостям. Подобный рост кремнистых минералов определяется, помимо кристаллографических особенностей халцедона (развитием винтовой дислокации вдоль оси L2), еще и направлением диффузионного поступления к его растущим граням питательных элементов. Аксиальная текстура иллит-хлоритовых чешуек создает условие для направленной миграции растворов вдоль их базальных плоскостей, т.е. параллельно слоистости глинистых слойков. Не исключено, что рост каждого индивида халцедона осуществляется в пределах своего канала диффузионной миграции кремнеземистого вещества. Иначе сложно объяснить их параллельное расположение по отношению друг к другу и весьма различную скорость роста отдельных волокон вдоль [1] в одном и том же глинистом агрегате, обуславливающую формирование в нем инфильтрационных «языков» метасоматического замещения. Направленность процесса окремнения иллит-хлоритовых агрегатов с периферии к центру или от центра к периферии, очевидно, определяется степенью пересыщения кристаллизационной среды миграционноспособным кремнеземом. В случае интенсивного растворения обломков кварцевых зерен песчаных коллекторов и достижения пересыщения поровых растворов по халцедону у границ глинистых слойков шел процесс кремнистого метасоматоза в основном по периферии иллит-хлоритовых агрегатов. Если минералообразующая среды была обеднена кремнеземом, то рост волокнистого халцедона начинался внутри иллит-хлоритовых агрегатов, поскольку за счет более тонких пор здесь создавались участки локального пересыщения по халцедону (при этом в более крупных порах раствор так и оставался недонасыщенным).

Особенности пространственного расположения новообразованных минералов предопределили различное их влияние порово-емкостное пространство песчаных коллекторов. Сидеритовые агрегаты, развивающиеся между аллотигенными зернами песчаников, усложняют структуру пустотного пространства, повышая фильтрационную анизотропию коллектора. Волокнистый халцедон, метасоматически замещающий глинистые слойки и линзочки, практически не влияет на емкостно-фильтрационные свойства песчаных пород коллекторов. Развиваясь в тонкопоровой среде, недоступной для проникновения углеводородов, он фактически подменяет собой и так изначально плотные глинистые иллит-хлоритовые обособления.

Литература

1. Боева М., Жухлистов А. П., Гендлер Т. С., Жегалло Е. А., Соболева С. В. Первая находка биогенного наносидерита в окисленных железистых кварцитах Лебединского месторождения // Доклады Академии Наук. 2016. Т.466. № 5. С. 569-573.

Н.И. Глушанкова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

**СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНО-ЛЁССОВОЙ ФОРМАЦИИ В ВОСТОЧНОМ СЕКТОРЕ
РУССКОЙ РАВНИНЫ**

Породы перигляциально-лессовой формации широко распространены как во внеледниковой зоне, так и в древнеледниковой области Русской равнины, включая северные провинции (до широты 60°–62°). В последних лёссовидные суглинки разновозрастных генераций имеют островное распространение, определенную геоморфологическую приуроченность и специфический состав. Полигенетические по происхождению и полихронные по времени седиментации лёссовые породы в своем строении и составе отражают условия осадконакопления и содержат ценную палеогеографическую, стратиграфическую и геоэкологическую информацию. Однако приходится констатировать, что, несмотря на длительную историю изучения лёссообразования и достигнутые результаты плодотворных реконструкций, до сих пор остается ряд нерешенных дискуссионных вопросов, касающихся главным образом генезиса лёссовых толщ в отдельных регионах. Недостаточно изучены закономерности распространения и геоморфологической приуроченности лёссовых пород в связи с фациально-генетической обстановкой седиментации. Нет единого мнения о выделении и границах на Русской равнине северных лёссовых провинций. На территории Прикамья комплексное изучение лёссового покрова проводилось впервые.

Актуальность решения поднятых принципиально важных вопросов предопределяет приоритетные задачи исследования: установление региональных особенностей в распространении, строении и составе лёссовых пород в палеогеографических зонах; обоснование выделения северных и восточных лёссовых провинций Средневожского бассейна на основе выявленных палеогеографических закономерностей лёссообразования.

В докладе будут рассмотрены особенности формирования и распространения перигляциально-лессовой формации в Поволжье. На основе обобщения результатов системного палеогеографического анализа будет представлена комплексная характеристика лёссовых пород – полигенетических по происхождению и полихронных по времени осадконакопления; установлена региональная специфика в строении и

составе лёссовых горизонтов, приуроченных к разновозрастным палеогеографическим зонам Русской равнины. В основу сопоставлений и обобщений положены материалы многолетних комплексных исследований опорных разрезов, содержащих горизонты лёссовых пород, на территории Приволжской и Прикамской лёссовых провинций

Приволжская лёссовая провинция располагается на одноимённой возвышенности, которая полого спускается к Окско-Донской равнине, иногда уступами обрывается к долине Волги. Её северо-западная часть входит в окско-донскую ледниковую зону, в то время как большая ее часть относится к внеледниковой области. Возвышенное положение и эрозионно-расчлененный рельеф провинции сказывается на распространении полигенетических субаэральных отложений, не образующих здесь сплошного массива. Отмечается прерывистое распространение покровных лёссовидных суглинков неравномерной мощности (2–4 м). Граница сплошного и прерывистого распространения разновозрастных лёссов в общих чертах совпадает с восточной периферией Окско-Донской равнины. Наиболее полно лёссово-почвенная формация мощностью до 16 м. представлена на северо-западном пологом склоне Приволжской возвышенности. Здесь лёссовидные отложения, разделяющие почвенные горизонты, отличаются по мощности и литолого-геохимическим характеристикам. Наиболее мощным является горизонт поздневалдайского лёсса толщиной более 5 м, с преобладанием алевритовой фракции в гранулометрическом составе. Ему уступают горизонты ранневалдайского (М 1–1,5 м) и днепровского (М 2,0 м) лёссов. Светло-коричневые слоистые суглинки днепровской холодной эпохи характеризуются крупнопылеватым составом, с большим количеством железомарганцевых и карбонатных новообразований. Карбонатность их колеблется в пределах 1,5–2,6%.

Прикамская лёссовая провинция. Породы перигляциально-лёссовой формации на территории Прикамской провинции развиты на значительной площади междуречий, вскрываются в речных долинах, но отсутствуют на крутых склонах и самых высоких элементах рельефа. Ведущими агентами лёссонакопления в рассматриваемой провинции могли быть субаэральные процессы. Неотъемлемым компонентом строения лёссовых толщ являются горизонты ископаемых почв, что свидетельствует о периодичности лёссообразования. Общая мощность отложений лёссово-почвенной формации в низовьях долины р. Камы неодинакова и не превышает 25–30 м.

В пределах водораздельной поверхности, представляющей собой слабо приподнятую, волнистую, слегка наклонённую равнину, распространение перигляциально-лёссовых отложений носит прерывистый и островной характер. В отличие от долинного комплекса отложений, на междуречьях, как правило, сокращаются мощности поздне - среднелепистоценовых лёссово-почвенных серий (от 18–20 м в долине р. Камы, до 11–12 м на водоразделах), варьируют мощности разновозрастных горизонтов лёссовидных суглинков.

Сравнительный анализ комплексной характеристики лёссовых отложений позволяет выявить общие тенденции пространственной и возрастной изменчивости их строения и состава. Широтная зональность проявляется в нарастании мощности лёссовых толщ в дистальном направлении древнеледниковой области – в среднем от 1,3 м до 5–10 м и более, сопровождаясь, как правило, повышением степени их пылеватости и карбонатности, а также просадочности. При этом усложняется стратиграфическое строение разрезов при увеличении возрастного интервала лёссово-почвенных серий. Установленные пространственно-временные закономерности развития и периодичность лёссообразования имеют большое значение для реконструкции палеогеографических событий неоплейстоцена.

Н.И. Глушанкова, Н.Г. Судакова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

КАРБОНАТНОСТЬ МОРЕН КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ И КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГОРИЗОНТОВ В ЦЕНТРЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Карбонатность морен можно рассматривать в качестве одного из показателей обстановки гляциолитогенеза наряду с другими признаками литологического состава. Карбонатность отложений содержит ценную информацию о геологических и палеогеографических факторах осадкообразования. Она результативно используется при решении важных, в том числе дискуссионных вопросов, касающихся стратиграфического расчленения ледниковой толщи и корреляции маркирующих горизонтов. Как свидетельствуют проведенные исследования показатели карбонатности в комплексе с минералогическими, петрографическими и геохимическими данными четко отражает региональную и возрастную специфику ледникового литогенеза. Важно отметить, что привлечение литологических критериев к диагностике и корреляции разновозрастных горизонтов особенно актуально для древнеледниковой области Русской равнины, неоднородной в геологическом и палеогеографическом отношении. При этом литологические показатели, включая CO_2 , по сравнению с биостратиграфическими данными обладают определенным преимуществом, а именно возможностью широких площадных сопоставлений и корреляций ледниковых горизонтов. В этой связи возникает острая необходимость в широком привлечении аналитических методов для возрастной диагностики и корреляции морен. Весьма перспективно в этом отношении их комплексное литологическое изучение, проводимое в Лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена МГУ.

Сложная палеогеографическая обусловленность ледникового литогенеза требует особой стратегии при исследовании закономерностей пространственной и возрастной

изменчивости состава морен. Диагностика и корреляция стратиграфических горизонтов рассматривается как комплексная палеогеографическая проблема, предусматривающая для своего разрешения учет всей совокупности факторов литогенеза. Для этого разработаны принципы литологической сопоставимости ледниковых отложений. Конструктивным методическим решением проблемы литологической корреляции послужило впервые осуществленное литолого-палеогеографическое районирование области древнего покровного оледенения Русской равнины по типу питающих минералогических провинций в тесной связи с общей палеогеографической обстановкой. На основе прогнозной карты литорайонов Центра и Севера Русской равнины определены правила субмеридиональной и субширотной литологической корреляции ледниковых горизонтов.

Материалом для обобщения послужили массовые (393) анализы карбонатности основной морены из четырех опорных округов, принадлежащих к разным питающим и минералогическим провинциям: Ржевский и Можайско-Боровский в пределах карбового плато, Дмитровско-Московский и Ростово-Ярославский, занимающих мезозойскую равнину, сложенную осадочными породами в Ладожском и Онежском секторах оледенения.

Карбонатность морен может рассматриваться как один из показателей обстановки гляциолитогенеза, зависящий от интенсивности экзарационно-аккумулятивной деятельности ледниковых потоков, осваивающих определенные удаленные, транзитные и местные питающие провинции. В целях оценки унаследованной карбонатности морен в качестве корреляционного показателя необходимо выявление пространственно-временных закономерностей её изменчивости, обусловленные геологическими и палеогеографическими факторами литогенеза в соответствии с фациально-генетической принадлежностью объекта исследования. Для сравнительного анализа использованы данные по составу основной морены, отличающейся наибольшей стабильностью параметров по сравнению с фациально-генетическими разностями морен краевой зоны. Последние, как правило, менее карбонатные, поскольку в большей степени подвержены диагенетическим и эпигенетическим преобразованиям и выщелачиванию. В этом ряду исключение составляют локальные и напорные морены, относительно высокая карбонатность которых определяется активной ассимиляцией подстилающих карбонатных пород.

Первичная карбонатность морен как унаследованный признак вещественного состава формируется в тесной связи с питающими провинциями через структуру и динамику ледникового покрова и в зависимости от конкретного сочетания системообразующих геологических и палеогеографических факторов ледникового литогенеза. В целях выявления тенденций пространственной изменчивости параметров CO_2 карбонатов составлена оригинальная карта-схема, на которой выделены ареалы различной степени карбонатности разновозрастных морен. Достаточно высокой

карбонатностью отличаются морены Можайско-Боровского радиуса оледенения (в среднем порядка 6%), находящиеся в пределах карбонового плато, а также морены Ярославского Поволжья (6-8%), находящиеся под влиянием близлежащей транзитной питающей провинции на карбонатных коренных породах. Менее карбонатные морены Подмосковского округа на мезозойском цоколе осадочных пород (2-4%).

В результате проведенного сравнительного анализа региональных показателей карбонатности разновозрастных морен выявлены определенные тенденции их изменчивости, как по площади, так и в разрезе. При этом более насыщенными карбонатами, оказываются, как правило, относительно древние морены, имеющие более тесную связь с подстилающими карбонатными породами. Так, в Можайско-Боровском и Ярославском округах днепровская морена на 1.5-2% содержит больше CO₂ карбонатов, чем московская.

Сопоставление полученных результатов позволяет заключить, что карбонатность основных морен в значительной степени зависит от местных и транзитных питающих провинций и может быть использована в качестве одного из критериев распознавания источников и направления сноса ледникового материала.

В.А. Дикарёв

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

РАЗРЕЗ ГОЛОЦЕНОВОЙ ТЕРРАСЫ АЗОВСКОГО МОРЯ В БУХТЕ ШИРОКАЯ (КЕРЧЕНСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

В 2006 году в составе Восточно-Крымской археологической экспедиции ИА РАН автором были проведены исследования строения одной из крупных бухт северного (караларского) побережья Керченского полуострова. Бухта «Широкая» имеет ширину примерно 340 м (по линии уреза воды между скальными мысами) и глубину 130 м (от линии уреза воды до начала резкого подъёма на перевал к прибрежной гряде). Выделяются современный пляж из ракушечного детрита и две близкие по высоте задернованные террасы, разграниченные береговым валом. На террасах заметны невысокие дюны, параллельные урезу воды. На обеих задернованных террасах бухты были заложены шурфы, достигшие уровня моря.

Стратиграфическая колонка первого шурфа, заложенного на первой морской террасе примерно в 50 м от уреза воды:

№ слоя	Глубина подошвы	Мощность см.	Описание	Возраст C ¹⁴	Калиброванная дата (1-σ)
1	18	18	<u>Дернина</u> , светло серая местами коричневая рыхлая с включениями песка и детрита		

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ (МОСКВА, 2020)

2	40	22	<u>Ракушечник</u> , светло кремовый, достаточно плотный с включениями среднезернистого песка		
3	70	30	<u>Ракушечный</u> детрит, светло коричневый плотный, отдельные целые раковины в нижней части		
4	90	20	<u>Песчаник</u> с многочисленными включениями мелкого ракушечного детрита		
5	110	20	<u>Песок</u> разнозернистый с включениями целых раковин рыхлый, рыжеватоый	870±40 ВР	1431-1486 н.э.
6	160	50	<u>Переслаивание</u> ракушечного детрита разной крупности		
7	171	11	<u>Погребённая почва</u> светло серая, неплотная суглинистая		
8	180	9	Мелкий <u>детрит</u> и песок среднезернистый		
9	209	29	Плотный <u>ракушечник</u> сцементированный. Небольшие целые раковины	1100±50 ВР	888-989 н.э.
10	225	16	<u>Детрит</u>		
11	237	12	<u>Песок</u> с прослоями детрита		
12	-	-	Уровень моря		

Стратиграфическая колонка шурфа 2, заложенного примерно в 100 м от уреза воды:

№ слоя	Глубина подошвы	Мощность см.	Описание	Возраст C^{14}	Калиброванная дата(1-σ)
1	20	20	<u>Дернина</u> : мелкозернистый дерновый покров с включениями щебня, корней Растений, дресвы известняка. Цвет светло-серый. Граница четкая, волнообразная.		
2	85	65	Горизонт очень плотного светло-серого сцементированного <u>ракушечника</u> . Цементом является мелкозем. Встречаются отдельные включения щебня (слабо окатанного). Ракушка в слое мелкая, преимущественно детрит, но встречаются целые раковины (размером до 1 см). Слой пронизан тонкими корнями растений. Граница четкая волнообразная. Цвет светло-серый. Светлее первого слоя.	2480±60 ВР	292-107 до н.э.
3	95	10	Мелкий детритовый <u>ракушечник</u> с песком желтовато-светло-коричневый, рыхлый, мелкие корни растений.		
4	100	5	Крупный детритовый <u>ракушечник</u> , слабо сцементированный песком, галькой 1-2 класса окатанности		
5	110	10	Рыхлый влажный крупнозернистый		

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ РОССИИ (МОСКВА, 2020)

			<u>песок</u> с включениями детрита и мелких ракушек. Песок буровато-желтый кварцевый полимиктовый.		
6	120	10	Рыхлый ракушечный <u>детрит</u> однородного состава и размера. Беловато-желтоватый. Средний размер - 5 мм. Включения мелкой дресвы.		
7	135	15	<u>Песок</u> с прослоями ракушечного детрита в середине с мелкими корнями. Песок крупнозернистый коричневый мелкой дресвой.		
8	140	5	Крупный плотный влажный ракушечный детрит с отдельными целыми раковинами. Коричневый.		
9	155	15	Крупный плотный влажный <u>ракушечник</u> с детритом, с включениями плоской гальки и гравия серого на сколе (залегает горизонтально). Цвет слоя желтовато-коричневый.	3980±100 ВР	2625-2335 до н.э.
10	170	15	Серо-коричневый <u>песок</u> с ракушечным детритом. Влажный плотный, местами сизого цвета с включениями плоской гальки, залегающей горизонтально. Средне-крупнозернистый.		
11	180 видимая	10 ви- димая	Плотный мокрый <u>ракушечник</u> с детритом серо-коричневый. С включениями плоского гравия. Песок в цементе среднезернистый – крупнозернистый.		

Стратиграфия колонок указывает на, как минимум, два этапа развития бухты. Колонка из шурфа 2 – более древняя. Формирование террасы происходило в течение нескольких тысяч лет и не закончилось до сих пор, так как большую роль в её развитии играли и играют оползневые процессы. Судя по всему, в виде залива бухта могла существовать как в эпоху бронзы, так и в античное время. Колонка из шурфа 1 – более молодая, она отражает второй этап развития бухты, когда после замедления подъема уровня моря и окончательного оформления второй террасы начала образовываться первая терраса. Небольшая суглинистая гумусированная прослойка в стратиграфической колонке (слой 7), возможно, указывает на достаточно длительный период существования террасы в задернованном, не омываемом морем виде – единственный, не считая современного состояния, и достаточно точно датируемый в абсолютных датах.

Литература

1. Danovskiy A., Dikarev V., Kovalchik A., Maslennikov A. Complex archaeological and geomorphological studies on the northern coast of Kerchenskiy peninsula (Crimea, Ukraine). — In

Extended Abstracts of the Fifth Plenary Meeting and Field Trip of IGCP 521 “Black Sea-Mediterranean corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation,” and INQUA 0501 “Caspian-Black Sea-Mediterranean Corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptive strategies” Izmir (Turkey), DEU Publishing House, 2009 P. 55–57.

Д.А. Дмитриев, А.В. Жабин
ВГУ, Воронеж

КРЕМНЕНАКОПЛЕНИЕ В МЕЛОВОЕ И ПАЛЕОГЕНОВОЕ ВРЕМЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

Основная масса кремнистых пород развитых в пределах Центрально-Черноземного региона приурочена к меловой и палеогеновой системам. Представлены кремнистые породы различными литологическими типами – опоками, трепелами, диатомитами, спонголитами и их глинистыми разновидностями.

В меловой системе силициты известны в сантонском ярусе. Отличительной особенностью сантона является широкий литологический спектр слагающих его пород от мела, мергеля, до кремнистых пород [1]. Последние представлены опоками, трепелами и их глинистыми разновидностями, местами встречаются стяжения кремней. Кремнистые образования прослеживаются в субмеридиональном направлении с северо-запада на юго-восток Центрально-Черноземного региона, где слагают верхнюю часть разреза, в то время как нижняя сложена карбонатными типами пород. В северном направлении в область предполагаемой суши они слагают весь разрез, а южнее накапливаются наиболее глубоководные карбонатные породы. Формирование кремнистых отложений происходило в прибрежно-морских фациальных обстановках и реже в мелководно-морских (переходные типы пород карбонатно-кремнистые). На стадии гипергенеза происходило перераспределение вещества, выразившееся в преобразовании исходного органического и терригенного кремнезема в глобулярный кремнезем опал-тридимитового состава [2]. Преобразование терригенного кварца, фиксируется в его корродированности и замещении глобулярным кремнеземом по периферии, а также, местами и полным его выщелачивании. В этом случае отмечаются полости, в которых сконцентрирован кремнезем сферической формы. В породах помимо глобулярного отмечается кремнезем и призматической формы существенно тридимитового состава, встречающегося в полостях и пустотах.

Процессы гипергенеза происходили в длительный стратиграфический перерыв начиная с кампанского времени. В субаэральных условиях породы подвергались последующим изменениям в результате действия инфильтрационных вод [3].

В палеогеновой системе кремнистые породы приурочены к сумской серии палеоцена и киевской свите эоцена. Формирование этих отложений происходило в мелководно-морских условиях [1].

Отложения сумской свиты имеют локальное распространение и прослеживаются на юго-востоке Воронежской области. Главным литологическим типом кремнистых пород является глина диатомовая. Кремнезем представлен двумя разновидностями - органогенным и глобулярным, при резком преобладании первого. В минеральном составе преобладает опал с незначительной примесью тридимита.

Воздействие вторичных преобразования носит начальный характер, что проявляется в растворении диатомовых водорослей и появлении глобуль слабой кристаллизации. Многие скелеты теряют органогенную структуру и выделяются по реликтам. Колониальные диатомиты, как правило, имеют хорошую сохранность.

В отложениях киевской свиты эоцена кремнистые породы представлены глиной диатомовой, местами содержащей прослой глины спонголитовой. Минералы кремнезема представлены преимущественно опалом, слагающим скелеты организмов. Тридимит в породе встречается в единичных количествах. Доля органических веществ в породе значительно выше, чем в меловых и сумских отложениях. Вторичным преобразованиям породы практически не затронуты.

Морфологические особенности силицитовых минералов и их состав указывает на генезис кремнистых пород.

Литература

1. Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. и др. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 3. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001, – 201 с.
2. Афанасьева Н.И., Дмитриев Д.А., Жабин А.В., Зорина С.О. Силицитовые породы Воронежской антеклизы и Среднего Поволжья // Вестник Воронежского ун-та. Серия геологическая. 2006. № 2. С. 68-76.
3. Жабин А.В., Дмитриев Д.А. Аутигенное минералообразование в палеогеновых и верхнемеловых отложениях Воронежской антеклизы // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – 2002. - № 1. - С. 84-94.

Д.А. Дмитриев, А.В. Жабин
ВГУ, Воронеж

ГЕНЕЗИС ГЛАУКОНИТА (НА ПРИМЕРЕ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ)

Средние содержания глауконитовых сферолитов в нижнемеловых и сеноманских отложениях Воронежской антеклизы колеблются от первых до 20%. Наибольшие содержания, до 30%, отмечаются в верхнем эоцене.

Несмотря на достаточно большое многообразие гипотез, касающихся генезиса глауконита, среди них доминирует коллоидная [1]. Прежде чем приводить разные доводы в пользу или против концепции кристаллизации из гелей, рассмотрим определение коллоидной системы [2]. Это «... система с предельно высокой дисперсностью при условии сохранения гетерогенности, т.е. поверхности раздела между дисперсной фазой и дисперсной средой». Если дисперсная фаза имеет поверхность раздела, значит, она представлена довольно крупными частицами, каждая из которых состоит из многих миллионов атомов. При таком их количестве чешуйки глауконита уже оформившиеся частицы слоистой структуры. Какая может быть раскристаллизация из кристаллически оформленных частиц?

В работе [3] рассматривается представление о деструкционно-эпитаксиальном преобразовании твердых тел – дэпитизации. Оно заключается в изменении химического и минерального составов твердого вещества (фазы), неустойчивого в определённой среде, путем его растворения и осаждения в новой форме на поверхности раздела. Неустойчивые в щелочной среде обломки кварца и других силикатов и алюмосиликатов, попадая в морской осадок, начинают растворяться, и в нём накапливается поликремниевая кислота. При наличии металла – осадителя, образуется слоистый силикат этого металла, который осаждается боковыми гранями на поверхности растворяющихся обломков. Концентрация силиката в растворе осадка снижается, что стимулирует дальнейшую деструкцию, вплоть до полного растворения обломка.

Интерпретируя результаты наших исследований с позиции деструкционно-эпитаксиального преобразования, можно констатировать, что глауконитовые сферолиты должны образовываться по любым обломкам силикатов, неустойчивых в среде морского осадка. Это копролиты, зёрна кварца, вулканический пепел и т.п. При этом, форма сферолитов может быть любой, соответствуя очертаниям растворяющихся зерен.

По своей сути зерна глауконита являются сферолитами [4], так как на снимках их внутренних частей, полученных при электронномикроскопических исследованиях, выявляется радиальное расположение чешуек слоистых минералов, направленных от периферии к центру, где часто наблюдаются включения обломков с неровными краями, по виду явно подвергавшиеся процессам растворения (рис.).

Глаукониты в осадочных отложениях появились одновременно с илоройными организмами в верхнем протерозое [5], тем самым, указывая на прямую связь их генезиса с органическим веществом, являющимся катализатором и источником энергии при этих процессах. Преобразования первичного силикатного материала не всегда доходят до его полного растворения. В таких случаях на электронномикроскопических снимках наблюдаются нехарактерные для слоистых минералов включения, а на дифрактограммах появляются рефлексы каолинита, кварца и других минералов. Овальная, сглаженная с поверхности форма гроздевидных сферолитов с трещинами синерезиса, трактуемые как

доказательство раскристаллизации гелевидной массы, были изначально присущи первичным фекальным комочкам.

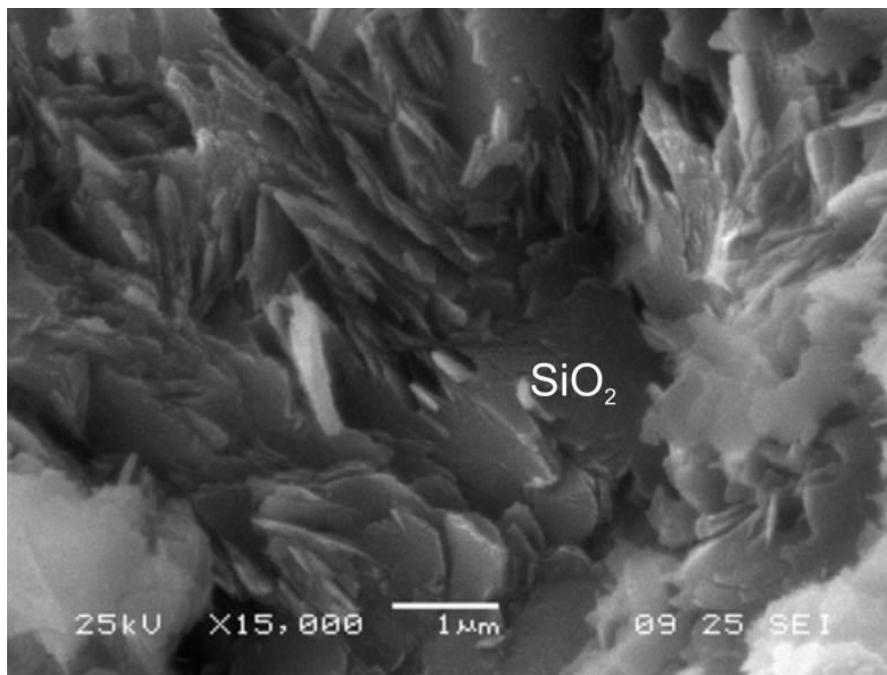


Рисунок. Дэпитизация силицевого обломка и рост глауконита. СЭМ.

Заключение:

1. Генезис глауконитовых сферолитов связан с деструкционно-эпитаксиальным преобразованием различных силикатов и алюмосиликатов, неустойчивых в щелочной среде морского осадка.

2. Различные формы глауконитовых сферолитов связаны с преобразованием неоднородного исходного материала.

Литература

1. *Ивановская Т.А., Зайцева Т.С., Гептнер А.Р., Барышникова Л.П.* Генезис глауконит-иллитовых минералов в рифей-венд-кембрийских отложениях разного литологического типа // Экзолит – 2019. Фациальный анализ в литологии: теория и практика. Сборник научных материалов. – М.: МАКС Пресс. 2019. – С. 62-64.
2. Краткая химическая энциклопедия. Т. 2. М., 1963. 1086 с.
3. *Лебедев В.И.* О механизме преобразования кристаллических веществ в процессах эпигенеза – явлении дэпитизации // Вестник Ленинград. ун-та. 1981. № 12. С.21 – 35.
4. *Жабин А.В.* Минеральный состав глауконитовых сферолитов в верхнемеловых отложениях Воронежской антеклизы // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. геол. 2000. № 10. С. 58 - 63.
5. *Фролов В.Т.* Литология. Т. 1. М.: 1992. 336 с.

В.А. Жолудева

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени, Когалым

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РАЗНОВИДНОСТИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ЦЕМЕНТА ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕР ДИНАМИКИ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Известно, что различные глинистые минералы по-разному влияют на поведение коллекторов в процессе их разработки, что обуславливается их кристаллохимическими (способность к набуханию в водных растворах), морфологическими особенностями.

При воздействии на породы вытесняющего агента на водной основе (жидкости для поддержания пластового давления (далее ППД)) необходимо учитывать тот факт, что глинистые минералы характеризуются не только различной способностью к набуханию [1], но и различными морфологическими особенностями, определяющимися их генезисом [2], что может оказывать влияние на характер динамики проницаемости.

Объектом исследования являются алевро-песчаные породы позднеюрского возраста нефтяных месторождений Когалымского и Лангепасского регионов. Породы относятся к аркозовой и граувакковой группам. Цемент по составу преимущественно глинистый, представлен каолинитом, хлоритом, группой гидрослюдистых (совокупность иллита и смешанослойных образований состава иллит-монтмориллонит (до 10 %)) минералов.

Глинистые минералы изучаемых пород по генезису разделяются на две разновидности: седиментогенная и катагенетическая [3]. К первой группе относятся глинистые минералы, представленные ксеноморфными зернами (частиками), с плотной укладкой, локализующиеся в плотных участках породы. Данная морфолого-генетическая разновидность выделяется для всех глинистых минералов, идентифицируемых в составе цемента изучаемых пород. Ко второй группе относятся глинистые минералы, представленные идиоморфными (для каолинита), гипидиоморфными (для хлорита), пластинчато-нитевидными (для гидрослюдистых минералов) агрегатами, имеющими рыхлую укладку зерен, отличающиеся более высокой кристалличностью (каолинит), железистостью (хлорит), локализованные в пористых участках пород. Гипидиоморфный хлорит и пластинчато-нитевидные гидрослюды образовались за счет перекристаллизации их седиментогенных разновидностей, а идиоморфный каолинит – вторичный минерал, образованный в результате наложенных процессов (каолинитизация полевых шпатов). Последний факт объясняет повышенные значения пористости и проницаемости породы при увеличении в ней содержания каолинита.

Выявленные особенности глинистых минералов не могут не отразиться на характере динамики фильтрации вытесняющего агента, что и показывают результаты лабораторных исследований по определению коэффициента проницаемости пород в

пластовых условиях при фильтрации жидкости ППД. Всего было две экспериментальные модели. В модели № 1, состоящей из пород с преобладанием в составе цемента новообразованного идиоморфного каолинита, проницаемость не изменяется. В модели № 2, состоящей из пород с пониженным содержанием идиоморфного каолинита и относительно повышенным содержанием гипидиоморфного хлорита, ксеноморфных и пластинчато-нитевидных гидрослюдистых минералов, после фильтрации жидкости ППД фиксируется снижение проницаемости (таблица).

Возможные факторы, определяющие динамику проницаемости

Таблица

Номер модели	Диапазон изменения проницаемости, $\text{мкм}^2 \cdot 10^{-3}$	Скорость закачки, $\text{см}^3/\text{мин}$	Фактор		
			Минерализация жидкости ППД, г/л	Состав глинистого цемента	Морфолого-генетическая разновидность
1	2,23.....2,23	0,1/ 0,2/ 0,4/ 0,1	17,4	К-6 % Хл-1 % ГГМ-1 %	Ид Гп Пл-н
2	0,26.....0,24	0,1/ 0,2/ 0,6/ 0,1	17,4	К-4 % Хл-2 % ГГМ -3 %	Ид Гп Кс и Пл-н
Примечание – К – каолинит; Хл – хлорит; ГГМ – группа гидрослюдистых минералов; Ид – идиоморфная; Гп – гипидиоморфная; Пл-н – пластинчато-нитевидная; Кс – ксеноморфная					

Установлено, что основными факторами, влияющими на динамику фильтрации, являются качественный, количественный состав глинистого цемента и его морфолого-генетические разновидности. В данном случае снижение проницаемости происходит за счет того, что под давлением гипидиоморфный хлорит и пластинчато-нитевидные гидрослюды становятся более неустойчивыми, вовлекаются в поток с жидкостью, что приводит к коагуляции микроканалов и пустот.

Таким образом, проведенные исследования показывают влияние особенностей глинистого цемента на направленность процесса изменения проницаемости пород при их разработке.

Литература

1. Журавлев Г.И., Лямина Н.Ф. Набухание глинистых пород // Вестник АГТУ. 2008. № 6. С. 119–123.
2. Викулова М.Ф., Звягин Б.Б. Влияние условий образования глинистых пород на развитие и изменение структурных особенностей глинистых минералов // Советская геология. 1965. № 5. С. 24–37.
3. Шмырина (Жолудева) В.А. Фоновый и наложенный типы литогенеза песчаных и алевроитовых отложений позднечуковского и раннемелового возрастов (на примере глинистых минералов пластов ЮС₁¹ и БС₁₁¹ Кустового нефтяного месторождения Западной Сибири): автореф. дис ... канд. геол.-минер. наук : 25.00.06 / Шмырина Виктория Александровна. Казань., 2015. 23 с.

Е.А. Жуковская¹, О.Д. Лоханова²

¹ООО «Газпромнефть Научно-технический центр», Санкт-Петербург

²ООО «Инжиниринговый центр МФТИ», Москва

К ВОПРОСУ О ПОТЕНЦИАЛЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПЕТРОГРАФИИ ОСАДОЧНЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД

Петрографический анализ долгое время является одним из наиболее востребованных методов определения вещественно-структурных характеристик пород-коллекторов углеводородов. Однако, отсутствие государственного регулирования литолого-петрографических исследований керна нефтегазоносных отложений привело к разнообразию методических документов для выполнения таких исследований. Зачастую нефтяные компании, имея в наличии многочисленные исследования шлифов одного объекта (пласт), выполненные разными исполнителями, не могут провести корректного обобщения материалов. Это связано, как и с различными методическими подходами количественной оценки гранулометрического и минерального состава обломков, доли и типа цемента, контактов зерен, так и с разной квалификацией, опытом исполнителей. Закономерно возникает вопрос об унификации петрографических данных.

Как извлечь пользу из колоссального количества разнородных и малоструктурированных данных, получаемых при описании шлифов терригенных пород-коллекторов? С помощью математики и цифровых технологий стало возможным получать четкие цифровые характеристики ранее слабо формализованных признаков (гранулометрические характеристики, параметр окатанности, характеристики пустотного пространства, параметр контактности зёрен), проследить их изменчивость и зависимость от множества факторов.

В компании «Газпром нефть» был выбран путь вовлечения архивных фотографий шлифов (физически сами шлифы, а иногда даже керна отсутствуют) в обработку новыми реализованными [1-2] автоматическими алгоритмами на базе современных методов цифровой обработки изображений и методов глубинного обучения, удовлетворительно решающими задачу сегментации отдельных зёрен, цемента и пор в шлифах терригенных пород. Полученные численные параметры унифицированы и могут быть использованы для генетического и стадияльного анализа и обоснования петрофизических зависимостей. Разработанный совместно с «ИЦ МФТИ» алгоритм цифрового автоматического анализа фотоснимков шлифов, в общих чертах сводится к следующему: цифровая предобработка фотографий шлифов, сегментация обломочных зерен, расчёт и кластеризация полученных численных характеристик, далее их статистическая и/или аналитическая обработка.

В качестве примера использования новой цифровой информации можно рассмотреть определение типа и подсчет, выделенных типов контактов обломочных

зерен – точечных, линейных, конформных, инкорпорационных, указывающих на уплотнение пород. При отложении большинства песков структура их пустотного пространства обеспечивает высокую проницаемость, в связи с порами, хорошо соединенными каналами между собой, а также развитыми горловинами открытых пор. После седиментации пески под воздействием физических факторов претерпевают механическое перемещение частиц, приводящее к уплотнению и к значительной потере проницаемости. Даже на малых глубинах (стадия диагенеза) уплотнение песчаных осадков приводит к потере первичной пористости в среднем на $1/5-1/4$, например, с 40% до 30 %. Но уменьшение проницаемости за счет смыкания стенок капиллярных каналов и изоляции пор существенно важнее для разработки нефтяных и газовых залежей. В традиционном петрографическом анализе оценки уплотнения в лучшем случае носят полуколичественный характер ввиду трудоемкости подсчетов контактов.

Разработанные алгоритмы позволяют выполнять дифференцированный автоматический подсчет типов контактов, автоматизированный расчет коэффициента уплотнения и его пороговых значений для разных стадий литогенеза, глубин и вещественно-структурных типов песчаника. Единственным ограничением может служить размерность зерен, т.к. нужно набрать для статистики 300 контактов. Учитывая, что в среднем для одного зерна характерны 3-4 соприкосновения с соседними зернами, на фотографии шлифа должно содержаться порядка 75-100 обломочных зерен. Это в лучшем случае наблюдается для среднезернистых песчаников, а, следовательно, для крупнозернистых песчаников выборка может быть непредставительна.

Располагая инструментами, позволяющими автоматизировать диагностику контактов обломочных зерен и вычислять степень уплотнения песчаников, возможно дополнительно предоставлять петрофизикам численные значения коэффициентов механического уплотнения для обоснования петрофизических зависимостей.

Кроме того, диагностика и расчет анизотропии направлений удлиненных зерен, их ориентация в плоскости шлифа (перпендикулярно напластованию) может послужить дополнительным критерием степени уплотнения пород и влияния на коллекторские свойства песчаных резервуаров углеводородов.

Выше описан лишь один аспект использования цифровых технологий в петрографическом анализе, диапазон применения которых весьма широк, например, автоматизация выполнения петрографического анализа в режиме on-line специализированным ПО (Керн С7 и др.), обработка уже полученных результатов в табличном, текстовом, графическом формате.

Цифровая повестка литологического сообщества в настоящее время является исключительно актуальной и полезной для совместного уверенного развития направления, как приоритетная возможность создания глобального конкурентного преимущества с дополнительной ценностью для всех её потенциальных участников.

Литература

1. Alexander Bukharev, Semen Budennyu, Boris Belozеров, Elena Zhukovskaia, Marina Tugarova. Automatic analysis of petrographic thin sections of sandstone based on deep learning approaches // ECMOR XVI, 2018.
2. Жуковская Е.А., Бухарев А.Ю., Буденный С.А., Лоханова О.Д. Цифровизация петрографических данных с целью их стандартизации и генетической интерпретации // SPE. Москва. 2018. SPE-191591-RU

Л.М. Журавлева

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва

МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РИФОВ ПАЛЕОЗОЯ

Рифовые месторождения нефти и газа известны с кембрия и до конца неогена включительно. По некоторым подсчетам в рифах содержится 10–12% мировых запасов углеводородов. Настоящее сообщение посвящено строению резервуаров рифовых типов разного возраста на примере палеозоя Восточно-Европейской и Северо-Американской платформ.

Объемы рифовых резервуаров во многом определяются их морфологией, которая, в свою очередь, зависит от палеогеографических условий их локализации и развития. В целом, очень обобщенно палеозойские нефтегазоносные рифы можно подразделить на два морфолого-генетических типа: сооружения протяженных асимметричных рифовых систем и одиночные симметричные куполовидные массивы. При этом рассматриваются именно каркасные сооружения, в процессе формирования возвышавшиеся над дном морского бассейна, мощность которых в ископаемом состоянии превосходит мощность синхронных отложений.

Зарождение рифов происходит на приподнятых участках рельефа дна морских бассейнов с выраженной карбонатной седиментацией.

Дифференциация рельефа дна морского бассейна на относительно мелководную и глубоководную области является условием, благоприятным для развития асимметричных рифовых систем значительной протяженности. Так, средне-верхнефранская краевая рифовая система формировалась на границе мелководного шельфа и глубоководной области Прикаспийского бассейна, по-видимому, представлявшего в позднем девоне краевое котловинное море Уральского палеоокеана. В аналогичных условиях формировались барьерные рифы среднего девона группы Эльк Пойнт Западно-Канадского бассейна, франские системы северо-востока Русской платформы, пересекающие в субмеридиональном направлении всю Печорскую

синеклизу, система верхнепермских сооружений Предуральского прогиба и бортовой зоны Прикаспийской впадины.

Со стороны глубоководных областей асимметричные рифовые системы имеют крутые склоны, значительную высоту, а рифогенные фации граничат с депрессионными глинисто-карбонатными или глинисто-кремнисто-карбонатными. Противоположные, обращенные к мелководно-морским фациям карбонатного шельфа склоны довольно пологие, превышение их кровли над кровлей синхронных отложений невелико.

С асимметричными массивами каждой из перечисленных систем связаны нефтяные и газовые месторождения: Жирновское, Новокоробковское и др. в среднем-верхнем фране и Западно-Тепловское и др. в верхней перми Прикаспия, Кег Ривер в среднем девоне Западно-Канадского бассейна, Северо-Командиршорское в верхнем фране Печорской синеклизы, Кунакбаевское в перми Предуральского прогиба,

Положительные формы рельефа дна глубоководных областей морских бассейнов, в качестве которых выступают антиклинальные поднятия, вулканические конусы, эрозионные останцы, отмели служат основанием для формирования рифов иного типа – одиночных, относительно симметричных, куполовидных плосковершинных или с остроугольными вершинами, иногда – атоллоподобных. Довольно часто в трансгрессивные фазы развития морских бассейнов цоколем для их зарождения служат приподнятые участки более древних асимметричных рифовых систем. Иногда рифы формируются на небольших ступенях – террасах – относительно полого погружающихся моноклинальных участках морского дна (силурийские рифы Мичиганского и Иллинойского бассейнов США).

Именно глубоководными условиями, дающими возможность направленного вверх роста сооружения, режимом соизмеримых скоростей прогибания и роста рифа определяются морфологические очертания одиночных массивов. Эти массивы характеризуются крутыми склонами и значительной (от 200 до 900 м) высотой – Котовский, Памятно-Сасовский, Мирошниковский рифы франа Прикаспийской впадины, ассельско-сакмарские Ишимбаевский и Совхозный рифы Предуральского прогиба с одноименными нефтяными месторождениями, девонские (франские) сооружения формации Ледюк Западно-Канадского бассейна – Уорслей, Нордманвилл, Стерджен Лейк, Голд Крик и др.

Объемы резервуаров одиночных рифов, как правило, равны объемам самих сооружений, чему способствует их форма, однотипность синхронных депрессионных фаций и более молодых перекрывающих глинистых или соляных экранирующих толщ.

Иное строение имеют резервуары асимметричных систем. В большинстве случаев мелководно-морские отложения карбонатного шельфа, которыми замещаются рифогенные фации, являются проводящими для флюидов, поэтому изначальная высота ловушек контролируется только превышением кровли рифового массива над поверхностью зарифовых фаций, перекрытых флюидоупором. В асимметричных рифах

эта разница невелика (высота залежи Кунакбаевского газового месторождения около 100м, Озеркинского нефтяного – 160 м, и это наиболее крупные резервуары).

В ряде случаев увеличение объема ловушек вызывают тектонические причины: пострифовые воздымающие движения существенно увеличивают превышение кровли сооружения над зарифовыми отложениями, что имеет место в верхнпермском рифе Западно-Тепловского газонефтяного месторождения Прикаспийской впадины.

Возможно влияние литологического фактора – в тех случаях, когда зарифовые фации представлены достаточно плотными породами, в рифовых резервуарах создается дополнительный объем, определяемый мощностью непроницаемых пород. Подобное строение имеют резервуары верхнедевонского Северо-Командиршорского месторождения и Гремячинского рифового массива верхней перми Прикаспийской впадины.

М.Н.Зинчук, Н.Н.Зинчук
ЗЯНЦ АН РС (Я), Мирный

МИНЕРАЛЫ – ИНДИКАТОРЫ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ДРЕВНИХ АЛМАЗОНОСНЫХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ

В основных алмазоносных районах Сибирской платформы (СП), расположенных в юго-восточной, центральной и северо-восточной частях восточного борта Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС) широко развиты древние коры выветривания (КВ) на породах различного состава и генезиса и обогащенные продуктами их размыва и переотложения верхнепалеозойские осадочные отложения (ВОО). Вещественный состав и фациальные особенности формирования последних показывают, что осадки слагающие эти толщи подверглись воздействию диагенетических и гипергенных процессов. Диагенетические процессы выразились в установлении физико-химического равновесия исходных осадков, вызванных действием различных компонентов (гидроксиды железа, органическое вещество и др.). В диагенетический этап формирования пород произошло их уплотнение и частичная литификация, не достигшие регионального развития, так как большая часть исследуемых пород находится в рыхлом или слабо сцементированном состоянии, а глинистые породы сравнительно легко размокают в воде. Диагенетические процессы отражены в изученных отложении наличием ряда аутигенных минералов-новообразований (сидерит, пирит и гидроксиды железа), возникших на разных стадиях литификации осадков. *Сидерит* широко развит в отложениях отдельных фаций верхнего палеозоя, где он встречается во всех разностях пород – от грубообломочных до пелитовых. Представлен он выделениями различной формы и размеров (от микроскопических стяжений, рассеянных в породах, до достаточно крупных конкреций и сферолитов). Нередко сидерит образует цемент

породы. Сидерит образуется при низких значениях окислительно-восстановительного потенциала ($Eh \approx 0$) при достаточно изменчивых величинах pH среды, т.е. относится ко второму этапу диагенеза - этапу восстановительного минералообразования. Достаточно широко распространены в верхнепалеозойских отложениях различные формы *пирита*, который отмечен в виде мельчайших образований (рассеянных в породах), более крупных конкреций агрегатного строения, отдельных кристаллов и их сростков, псевдоморфоз по органическим (преимущественно растительным) остаткам и нередко как цемент грубозернистых пород. Пиритовый цемент довольно часто присутствует в гравийно-песчаных породах, где создает крупные сростки кластических частиц. Образуется пирит в условиях восстановительной среды ($Eh < 0$) при изменчивых значениях pH, поэтому в изученных породах, как и сидерит, он возникает на этапе восстановительного диагенетического минералообразования. Несмотря на некоторые сходства условий образования (в диагенезе) сидерита и пирита, между ними существует четкое различие. Наиболее распространенные из них – минералы группы оксидов и гидроксидов железа – *гётит*, *гидрогётит*, *гематит*, *лимонитовые скопления* и др. Эти минералы встречаются в виде отдельных частиц и скоплений, но чаще находятся в тонкодисперсной смеси с глинистыми массами, образуя цемент в кластических породах различных частей разреза. Особенно обогащены гидроксидами железа породы лапчанской свиты, хотя они характерны и для всего разреза верхнего палеозоя. Из других образований окислительного этапа в верхнепалеозойских осадочных образованиях отмечены фосфаты, барит, глауконит и цеолиты. *Фосфаты* представлены колломорфными выделениями, образующими места цементирующую массу на небольших участках породы. Редко встречается сложный фосфат типа божицкита, хотя существенного значения эти минералы не имеют. *Барит* довольно часто встречается в отдельных толщах верхнего палеозоя, где представлен мелкими зернами (обычно без следов огранки) и составляет иногда значительную часть тяжелой фракции. Образование барита наиболее вероятно в раннем диагенезе, в период, когда иловые растворы содержали SO_4^{2-} , т.е. до начала редукции сульфатов – одного из процессов восстановительного минералообразования. Нередко в кластических и глинистых породах верхнего палеозоя в значительном количестве встречаются цеолиты типа *гейландита*, образующего мелкие кристаллики, которые обрастают обломки полевых шпатов и даже слагают часть цемента породы. К диагенетическим образованиям относится также небольшая часть глинистых минералов. Основная же часть таких образований имеет аллотигенное происхождение. Однако, аутигенное происхождение определенной части глинистых минералов за счет развития их по обломкам полевых шпатов, эффузивных и пирокластических пород несомненна. Среди них следует отметить монтмориллонит, каолинит, гидрослюда, хлориты (особенно развивающиеся по магнезиально-железистым слюдам). *Монтмориллонит* является одним из доминирующих минералов пелитовой составляющей пород анализируемых толщ. В

исследуемых толщах преобладает монтмориллонит со смешанным составом катионов в межслоевых промежутках структуры минерала ($d_{001}=13,6-15,5 \text{ \AA}$). Такие монтмориллониты отмечены нами в профилях КВ пород основного (траппы) и ультраосновного (кимберлиты) СП. *Гидрослюда* является повсеместным компонентом глинистой фракции пород изучаемых толщ, присутствуя зачастую в виде примеси, количество которой не превышает 20%. *Каолинит* в наименьшем количестве зафиксирован в глинистой фракции пород русловых фаций боруллойской свиты. *Хлорит* наиболее распространен в лапчанских отложениях и в породах пойменных и озерно-болотных фаций боруллойской свиты. В диагенетических процессах продолжается образование смешанослойных монтмориллонит-гидрослюдистых образований с различной тенденцией к упорядоченности, свидетельствуя о том, что изученные верхнепалеозойские отложения основных алмазоносных районов СП претерпели в основном диагенетические изменения и находятся на стадии конкрецееобразования или протокатагенеза. Катагенетические процессы в них слабо выражены. Это подтверждается результатами замера отражательной способности углистых частиц, встреченных в отложениях лапчанской и углей боруллойской свиты, а также преимущественно аллотигенной природой глинистых минералов в отложениях всего верхнепалеозойского разреза. В разрезе боруллойской свиты отмечаются углистые глины с маломощными прослоями углей, имеющих близкие значения отражательной способности витринита, но нередко – различный микрокомпонентный состав.

Н.Н.Зинчук

ЗЯНЦ АН РС (Я), Мирный

АССОЦИАЦИИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ

Накапливающиеся в отложениях различных осадочных формаций глинистые минералы (ГМ) с учетом их изменения и новообразования на различных этапах осадочного процесса в каждом из них характеризуются специфическими химико-минералогическими и морфолого-генетическими особенностями. Для использования ГМ в формационном анализе в каждой из выделяемых в осадочном чехле земной коры четырех зон, типоморфное значение имеют ГМ, природа которых определяется гидрогеохимическим характером и термобарическими параметрами среды минералообразования. Три верхние зоны включают собственно осадки и осадочные породы, а четвертая – их метаморфические аналоги. Каждая из этих зон характеризуется различной степенью постседиментационного преобразования отложений, включая содержащиеся в них ГМ. Постседиментационные изменения отложений на фоне общей тенденции последовательной интенсификации их под действием термобарических

параметров среды с учетом направленности их, в зависимости от гидрогеохимических условий осадконакопления в главнейших литологических формациях (терригенной, терригенно-карбонатной, карбонатной, вулканогенной и галогенной) характеризуются специфическими особенностями. Отложения *терригенной формации* (или *терригенных формаций*) имеют наиболее широкое распространение в осадочном чехле земной коры. Наличие в верхней части слагающих конкретный регион легко размокающих в воде глинистых отложений, а также способных к аналогичной дезинтеграции песчано-алевритовых разностей их непосредственно указывает, что они претерпели изменения, соответствующие лишь диа- и начальным этапам раннего катагенеза. При этом присутствие в отложениях этой субформации только диоктаэдрических глинистых минералов свидетельствует о накоплении терригенно-аллотигенного материала в пресноводных условиях. В процессе постседиментационного преобразования отложений терригенной формации ГМ подвергаются аградационной трансформации. При средне-позднетриасовом выветривании терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя, долеритов, агломератовых туфов трубок взрыва и туфогенных образований корвунчанской свиты (T_1) и их последующий размыв привели к формированию континентальных и прибрежно-морских осадочных толщ, среди которых выделяются: иреляхская (T_3-J_{1ir}) и укугутская (J_{1uk}) свиты, а также плинсбахский (J_{1p}) и тоарский (J_{1t}) ярусы.

Выяснение особенностей ГМ в *отложениях терригенно-карбонатной и карбонатной формаций* представляет, по сравнению с отложениями собственно терригенной формации, менее сложную задачу, что связано с их локализацией либо в виде относительно тонких прослоев, четко выделяющихся в мощных толщах карбонатных пород, либо в существенно обогащенных карбонатным материалом отложениях карбонатного типа. Кроме аллотигенных ГМ, приуроченных к терригенно-аллотигенным прослоям, большое значение в разрезах отложений этих формаций (особенно в собственно карбонатной) имеет устойчивость в I-ой зоне осадочного чехла земной коры слоисто-цепочечных Mg-силикатов. Основной особенностью накопления и постседиментационного преобразования осадков терригенно-карбонатной и карбонатной формаций является общая повышенная гидрогеохимическая минерализация среды, что следует рассматривать, как важный типоморфный признак седиментогенеза указанных формаций. В отложениях различных формаций ГМ как аутигенного, так и аллотигенного генезиса представлены несовершенными в структурном отношении разновидностями. Значительные дефекты связаны с тем, что в пластовых водах и поровых растворах при литогенезе сохраняется дефицит главнейших для структур слоистых силикатов катионов, приводящий к сравнительно незначительным изменениям материала переотложенных кор выветривания (КВ) в бассейнах седиментации, что показано на примере мезозойских осадочных толщ основных алмазоносных районов Сибирской платформы (СП). Продукты переотложения

древних КВ в мезозойских отложениях наиболее четко фиксируются по составу аллотигенных ГМ и особенностями концентрации некоторых малых элементов. Так, для отложений иреляхской свиты, сформированных в условиях низменной аллювиальной равнины, характерно преобладание монтмориллонита, ассоциирующего с вермикулит-монтмориллонитовыми смешанослойными образованиями. В глинистой составляющей двух других ландшафтных зон (озерной и озерно-болотной, а также денудационно-аккумулятивной равнины) преобладает каолинит и диоктаэдрическая гидрослюда 2M₁. Для мезозойского времени в целом характерны специфические особенности перемыва и переотложения древних КВ, обусловленные развитием в районе двух структурно-формационных зон. В одной из них (юго-восточной) условия для накопления продуктов выветривания в перекрывающих их отложениях существовали в иреляхское время только на склонах центральной части прогиба. В укугутский период эти образования подверглись эрозии, а сохранившиеся от размыва их останцы перекрылись мощной (до 100 м) толщей аллювиальных отложений, обогащенных чуждым району материалом. Формирование плинсбахских и тоарских осадков происходило здесь в прибрежно-морских условиях при незначительном поступлении элювиальных продуктов из областей размыва, обрамлявших возникший морской бассейн. В отличие от этого в северо-западной структурно-формационной зоне, занимающей трапповое плато, практически на протяжении всего иреляхского, укугутского и карикского времени на возвышенных платообразных поднятиях происходило корообразование с одновременным размывом и переотложением продуктов выветривания в располагавшиеся вблизи локальные депрессии и частичным выносом их за пределы данной зоны. Здесь существовали условия для формирования делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных и озерных (озерно-болотных) фаций. В домерское время находящиеся в рассматриваемой зоне продукты КВ и отложения, обогащенные ими, подверглись абразии и накапливались в прибрежно-морских базальных горизонтах. Тоарские образования формировались уже после перекрытия КВ или их полного размыва.

О.А. Зуева, О.В. Постникова

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И КАТАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ МОШАКОВСКОЙ СВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ ЗОНЫ АНГАРСКИХ СКЛАДОВ

Перспективы нефтегазоносности юго-запада Сибирской платформы во многом связаны с вендскими природными резервуарами. Одним из самых перспективных объектов являются отложения тасеевской серии, включающие терригенные отложения

мошакской свиты, широко развитые по периферии Байкитской антеклизы и прилегающим территориям. В отложениях тасеевской серии открыты залежи газа на Абаканском, Имбинском, Ильбокичском месторождениях.

В пределах исследуемого региона отложения мошакской свиты представлены переслаиванием пестроцветных гравийно-песчаных, песчаных, алевро-песчаных и алевро-глинистых разностей.

Терригенные отложения мошакской свиты венда Ангарской зоны складок сформировались в условиях разных зон приливно-отливной равнины. Отложения имеют циклическое строение с регрессивной в нижней части и регрессивно-трансгрессивной направленностью циклитов в верхней. Нижние части регрессивных циклитов представлены алевро-глинистыми породами, которые вверх по разрезу сменяются более грубозернистыми. Верхние части этих циклитов сложены преимущественно песчаными разностями, в которых выявлены многочисленные следы роющих организмов, в частности, крупные формы *Skolithos*. Регрессивно-трансгрессивные циклиты имеют несколько иное строение. В нижней части циклита залегают аргиллиты алевроитистые, которые вверх по разрезу сменяются смешанными сульфатно-карбонатно-глинистыми породами. В средней части циклита встречаются тонкие песчаные прослои [1].

Породы-коллекторы приурочены к верхним частям регрессивных и средним частям регрессивно-трансгрессивным циклитов.

Они представлены песчаниками крупно-, средне- и разномзернистыми песчаниками, обломочная часть в которых сложена кварцем, полевыми шпатами и обломками эффузивных и метаморфических пород.

Пустотное пространство относится к межзерновому типу, а также связано с пустотами выщелачивания в зонах растворения карбонатного цемента и полевых шпатов.

Фильтрационно-емкостные свойства пород определяются не только их фациальной принадлежностью, но и в значительной степени интенсивностью и направленностью вторичных процессов, в том числе трещиноватостью.

Значительное влияние на снижение значений коэффициента пористости в песчаных отложениях оказали процессы регенерации кварца. Регенерационные каемки частично, а в некоторых прослоях почти полностью заполняют пустотное пространство песчаников.

Снижение значений коэффициента пористости обусловлено также процессами регенерации обломков калиевых полевых шпатов.

В песчаниках мошакской свиты отмечаются конформные, инкорпорационные и микростилолитовыми контакты, интенсивность которых во-многом обусловлена структурой обломочной части породы.

В остаточном пустотном пространстве часто наблюдаются аутигенные кристаллы кварца размером от 1–2 мкм до 200–300 мкм. Поверхность кристаллов кварца

практически не изменена процессами гравитационной коррозии, что свидетельствует о более поздней их генерации. Сонахождение новообразованных кристаллов кварца с такими минералами как барит, гематит, позволяет предположить, что наиболее поздние процессы образования аутигенного кварца, возможно, связаны с гидротермальными процессами.

Аутигенные слюды весьма многочисленны в пустотном пространстве песчаников мошакской свиты. Эти аутигенные минералы имеют чешуйчатую или листоватую микроструктуру и часто образуют поперечные вроски в края регенерированных обломков кварца. Новообразованные глинистые иллитовые чешуйки усложняют конфигурацию межзерновых пустот и уменьшают диаметр поровых каналов.

Существенное влияние на снижение значений коэффициента пористости пород-коллекторов оказали процессы карбонатизации и сульфатизации

Процессы выщелачивания, по-видимому, протекали на заключительных стадиях гидротермального процесса. Следы выщелачивания отмечаются не только на поверхности карбонатного цемента, но и на обломках кварца и калиевых полевых шпатов. Процессы выщелачивания существенно изменили геометрию и структуру пустотного пространства песчаников. Во многих песчаниках была образована вторичная пористость, причем ее значения иногда достигают 15–20%.

Литература

1. Антипова О.А., Постникова О.В., Якушев В.С., Милосердова Л.В. Литофациальные модели продуктивных отложений мошакской свиты юго-запада Сибирской платформы // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, № 4, 2019. С. 44-49.

Е.В. Карпова, Е.А. Мануилова
МГУ имени М.В. Ломоносова

ФЛЮИДНЫЙ МИНЕРАЛОГЕНЕЗ В ПОРОДАХ БАК УЧАСТКА КРАСНОЛЕНИНСКОГО СВОДА

Ряд исследователей показывают, в пределах Западно-Сибирской плиты, по мере приближения к фундаменту все большее значение в формировании вторичной емкости начинают приобретать гидротермальные процессы, развивающиеся вдоль тектонически ослабленных зон. Вместе с тем хорошо известно, что преобразование органического вещества в породах *баженовской* свиты на территории Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна характеризуется неравномерной степенью катагенеза с отсутствием корреляции с глубинами залегания. Эти факты свидетельствуют о том, что флюидные воздействия различного генезиса, в том числе гидротермального, играют

существенную роль как в вызревании углеводородов, так и в формировании пустотного пространства минеральной матрицы.

Исследовались верхнеюрские прибрежно-морские и морские отложения *абалакской* и *тутлеймской* (*баженовской*) свит (БАК) участка Краснотеннинского свода в разрезах 10 скважин. В шлифах (ок. 300 шт) под поляризационным микроскопом с привлечением данных РЭМ (ок. 60 образцов) выявлены минерально-структурные парагенезы и устойчивые ассоциации, свидетельствующие о проработке пород флюидами различного генезиса. Определяются: 1) продукты холодной дегазации Земли (выходы метановых сипов в осадки и на дно палеоморя); 2) продукты гидротермальных флюидов, воздействие которых происходило на литифицированную матрицу на стадии катагенеза; 3) минерально-структурные парагенезы, обязанные своим образованием внутрисистемным (возможно, элизионным) катагенетическим флюидам. В отдельных случаях удалось проследить воздействие 2 разностадийных процессов: гидротермальные катагенетические флюиды «прорабатывают» образования сингенетично-диагенетических метановых сипов.

Структурные проявления флюидного минералогенеза зависят от того или иного преобладающего процесса преобразования (или их сочетания) и от состава литотипа, подвергшегося влиянию тех или иных флюидов. В одних случаях преобладающим является процесс наложенной минерализации в виде зональной кристаллизации минералов в полостях и трещинах; в других случаях – метасоматическое преобразование минералов исходной матрицы; в-третьих, сингенетичное влиянию флюида брекчирование пород и заполнение пустотного пространства. В случае воздействия одного или нескольких процессов структурные признаки их проявления могут сочетаться.

Флюидная минерализация пород БАК Краснотеннинского свода представлена широким спектром новообразованных минералов – это альбит, кварц, группа карбонатных минералов (кальцит, доломит, анкерит, сидерит, магнезит, родохрозит, кутнагорит, смитсонит), глинистые минералы (иллит, каолинит), сульфатные минералы (барит, алюмо-натровые квасцы, гипс, ангидрит, натрояррозит), фосфаты (вивианит), сульфиды (пирит, халькопирит, сфалерит, группа пирротина). Весь спектр выявленных флюидных минералов наблюдается в породах не полностью. Установлено локальное и неравномерное проявление в разрезах зон метасоматоза и сопутствующей минерализации избыточных компонентов. Исключение составляют процессы элизионного и внутрисистемного катагенетического флюидного минералообразования, носящие региональный характер. Судя по устойчивым минеральным ассоциациям, химизм флюидов был различным, а в случае гидротермального катагенетического флюида, возможно, и эволюционировал по составу.

В некоторых скважинах бактериально-водорослевые образования *абалакской* свиты формировались на выходе фокусированных холодных эманаций (метановых

сипов), и впоследствии подверглись влиянию глубинных флюидов на стадии катагенеза. Данные точечных анализов изотопии (для которых вещество отбиралось из толстых шлифов без покровного стекла под контролем микроскопии) подтверждают это. В отложениях *баженовской* свиты типичные проявления метановых сипов связаны больше с дезинтегрирующей деятельностью: когда при выходе струи на поверхность вмещающий обводненный или слаболитифицированный осадок брекчируется, при этом отдельные обломки-интракласты могут выноситься на поверхность дна. Такие брекчии цементируются карбонатами или сульфатами (баритом) сферолитового строения.

Породы БАК испытали воздействие гидротермальных флюидов на стадии катагенеза. Прослеживается влияние 2 разных по химизму растворов. Возможно, речь идет и о едином гидротермальном растворе, который закономерно эволюционировал от щелочного к кислому в результате множественных химических реакций с минеральной матрицей.

Процессы натрового щелочного метасоматоза и соответствующие минерально-структурные парагенезы формируются в условиях привноса Na, K, Mn, Zn, Cu и выноса Fe, Mg, Ca, C, отлагающихся во внешних зонах влияния раствора. Избыток Si и отчасти Ca могут появляться в поздних жилах. На ранней стадии метасоматических изменений сингенетический-раннедиагенетический доломит замещается Ca-Mg-Fe-карбонатом 2-й генерации (анкеритом) и далее ассоциацией минералов родохрозит-кутнагорит-смитсонит. При смене режима щелочности вынесенные компоненты переотлагаются. Вынесенное железо во фланговых зонах связывается в карбонатах и сульфидах.

Процессы воздействия термальных вод сульфатного типа слабокислого-кислого состава, обогащенные SO_4^{2-} генерируют катагенетическую сульфатную и сульфидную минерализацию. Подобные термы широко распространены в природе и при взаимодействии с породами в зависимости от их температуры образуют сульфаты ($T=200-300\text{ }^{\circ}\text{C}$) или сульфиды ($T=80-100\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Процесс Na-щелочного метасоматоза глинисто-кремневой матрицы с образованием альбита носит региональный характер и связан с влиянием внутрисистемных (или элизионных) катагенетических флюидов.

С.С. Карпухин¹, Н.Г. Судакова²

¹АО «НИИ ТП»

²МГУ имени М.В. Ломоносова

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ЛИТОСИСТЕМ В ЦЕЛЯХ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ И СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

Литологические исследования плейстоценовых отложений играют важную роль в установлении закономерностей формирования морфолитосистем различных

формаций: лёссово-почвенной, аллювиальной, ледниковой. Особого внимания заслуживает комплексное изучение ледниковой формации, обладающей ценной палеогеографической (ПГ) информацией [1–6 и др.]. В этом направлении активно развивается Литологическая школа Географического факультета МГУ в составе Лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, созданной по инициативе академика К.К. Маркова.

Примером системного изучения закономерностей ледникового литогенеза служит древнеледниковая область Русской равнины. В основу обобщения положен богатый статистически надёжный фактический материал многолетних полевых и лабораторных исследований [2 - 5, 7 и др.]. Сложная ПГ обусловленность ледникового литогенеза, формирующегося при взаимодействии генетических, провинциально-геологических, зонально-географических факторов, отражается в составе литосистем и нуждается в последовательном системном анализе.

В методологическом плане с помощью системного подхода разработана стратегия сопряжённого литологического анализа, предполагающего моделирование динамики литосистем и литолого-палеогеографическое районирование древнеледниковой области на основе учёта влияния удалённых, транзитных и местных питающих провинций [3, 4]. Прогнозная карта литорайонов конкретизирует и регламентирует объективные возможности и ограничения корреляционных построений на литологической основе [8]. Созданная понятийная модель ледниковой морфолитосистемы раскрывает пространственно-временную структуру причинно-следственных связей между системообразующими факторами литогенеза и характеристиками состава литосистем [5,9].

Широко распространённые в регионе маркирующие горизонты днепровской (МИС-8) и московской (МИС-6) среднеплейстоценовых морен чётко различаются по контрастной литологической характеристике. По замерам ориентировки обломков [2, 10] для днепровской морены определено преимущественно СВ-ЮЗ направления сноса, а для московской – СЗ-ЮВ. Днепровской более глинистой морене свойственна эпидот-ильменит-гранатовая ассоциация руководящих минералов при умеренном содержании роговой обманки и заметной примеси компонентов из местных питающих провинций (сидерита, сульфидов, глауконита). Характерным признаком днепровской морены является также наличие отрицательной намагниченности [2]. Московская, как правило, опесчаненная морена содержит значительно больше компонентов Балтийской питающей провинции (амфиболов, роговой обманки, пироксена) при сокращении представителей местных подстилающих пород. Выявленные диагностические литологические критерии разновозрастных горизонтов, различающиеся по степени полимиктовости и экзотичности состава, позволяют уверенно их распознавать и коррелировать по площади.

Выявлены тенденции посекторной изменчивости состава ледниковых отложений, обусловленные освоением Ладожским и Онежским ледниковыми потоками различных удалённых и транзитных питающих провинций. С запада на восток в Центре Русской равнины в моренах уменьшается содержание граната и возрастает доля эпидота (с 5 до 10 %), ассоциирующегося с Тимано-Уральской областью сноса. Наряду с пространственной закономерной изменчивостью минералого-петрографического спектра морен документально подтверждено направленное во времени (от более древних к молодым моренам) сокращение доли материала из местных питающих провинций и возрастание участия дальнепринесенных компонентов (роговой обманки и др.) за счёт последовательного экранирования подстилающих пород молодыми наносами. Установленные особенности пространственной и возрастной изменчивости литологического состава морен результативно использованы в целях реконструкции ледниковой ритмики плейстоцена. С помощью комплексного литологического анализа в совокупности с биостратиграфическими методами, под контролем геохронологического, в среднем неоплейстоцене подтверждено выделение днепровского и московского горизонтов, соответствующих самостоятельным оледенениям с выявленной кардинальной перестройкой гляциальной обстановки. Сделанные дополнения и уточнения по вопросам диагностики и межрегиональной литологической корреляции разновозрастных морен имеют важное научно-методическое значение.

Литература

1. Марков К.К. Палеогеография. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960. 268 с.
2. Разрезы ледниковых отложений Центра Русской равнины. М., 1977. 198 с.
3. Судакова Н.Г. Палеогеографические закономерности ледникового литогенеза. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 159 с.
4. Реконструкция палеогеографических событий среднего неоплейстоцена Центра Русской равнины. М., 2008. 167 с.
5. Палеогеографические закономерности развития морфолитосистем Русской равнины. Районирование. Стратиграфия. Геоэкология. М., 2013. 96 с.
6. Судакова Н.Г., Карпухин С.С. Проблемы стратиграфии неоплейстоцена и палеогеографические реконструкции ледниковой ритмики в Центре Русской равнины // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2019. Т.94. Вып.2. С.19-32.
7. Комплексный анализ среднечетвертичных отложений Сатинского учебного полигона. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 218 с.
8. Судакова Н.Г. Актуальные вопросы межрегиональной корреляции ледниковых горизонтов // Бюл. Комиссии по изуч. четверт. периода. М.: ГЕОС, 2008. №68. С.50-58.
9. Карпухин С.С., Судакова Н.Г. Палеогеографическая модель развития морфолитосистем // Новые и традиционные идеи в геоморфологии. V Щукинские чтения. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2005. С.429-432.

10. Карпунхин С.С., Лавров А.С. Направление движения и положение зоны контакта днепровских ледниковых покровов на Русской равнине // Доклады Академии наук СССР. М., 1974. Том 216. №1. С.158-161.

*А.Д. Коробов, Л.А.Коробова, А.Н. Рахторин
СГУ имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ВТОРИЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ВМЕЩАЮЩИХ УГЛИ ПОРОД СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА САМИХ УГЛЕЙ

Проблема заключается в том, что геологи, как правило, не находят четкого соответствия характера вторичных минералого-геохимических изменений вмещающих угли аркозовых песчаников степени метаморфизма самих углей, отдавая предпочтение анализу лишь физических свойств пород (пористость, плотность), структурным и текстурным их особенностям и т.д. Это не только искажает выводы в отношении прогноза характеристик каустобиолитов конкретного месторождения, но и демонстрирует, что действующие классификации углей по различным бассейнам России взаимно не увязаны (Левенштейн и др., 1983). В литературе практически не освещен вопрос о степени метаморфизма каустобиолитов в границах выделяемых метасоматических формаций межугольных песчаников. Поэтому целью настоящего доклада является выяснение, какой уровень карбонизации углей способствовал развитию низкотемпературной пропилитизации в межугольных аркозовых песчаниках. И как отклонения от этого уровня сказались на судьбе цеолитовых пропилитов. В качестве примера рассмотрим Ленский угольный бассейн (марки углей К, Ж, Г), Иркутский бассейн (марки углей Д₁ и Б₃) и ряд других месторождений. Изложенный в докладе материал можно представить в виде рисунка, на котором за эталон геохимически равновесной системы принят тектонический режим рассмотренной нами части Ленского угленосного бассейна (Коробов, Коробова, 2019). В таком случае смещение положения ломонитовой минерализации относительно осевого поля распространения углей марок Г и Ж в сторону ослабления степени карбонизации в ряду: Ленский бассейн (Сангарский, Булунский районы, месторождение Чай-Тумус) → Печорский бассейн → угленосный бассейн Пенжинской губы → Иркутский бассейн будет говорить о последовательно нарастающем геохимическом неравновесии (противоречии) в системе «ОВ углей – минеральное вещество песчаников». Мерилом геохимических противоречий в предлагаемой нами модели служит степень разрушения пропилитов в межугольных аркозовых пластах (рис.).

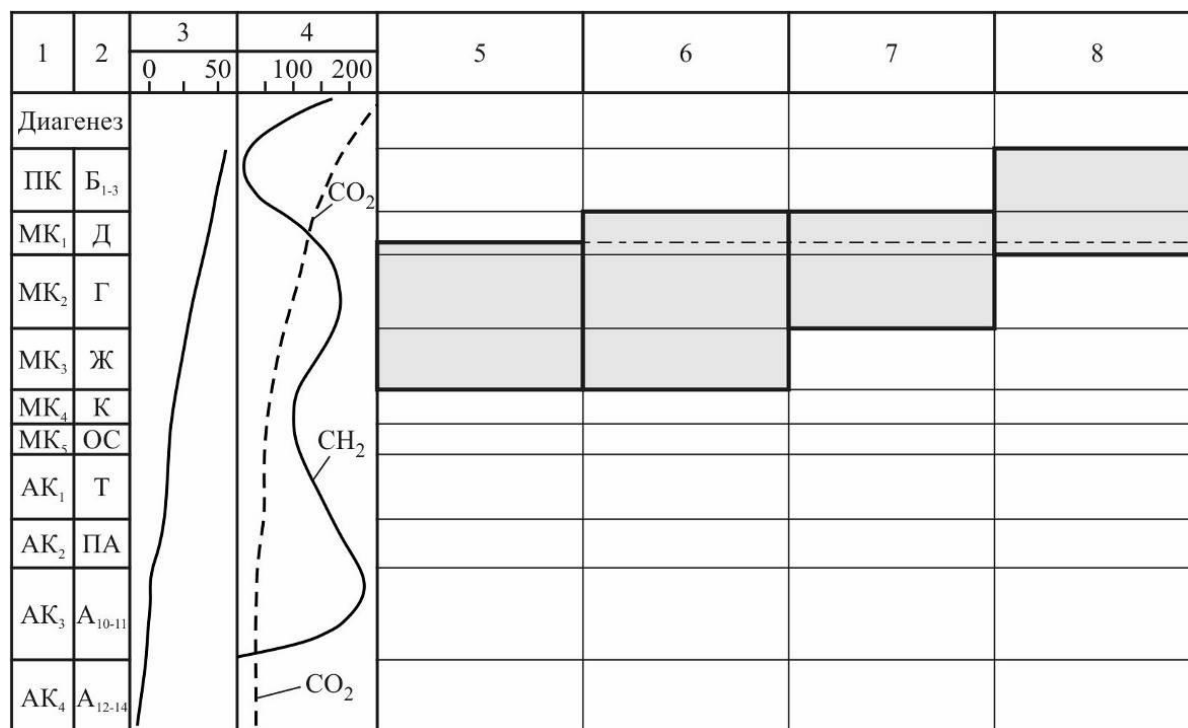


Рисунок. Цеолитовые пропилиты межугольных коллекторов, ассоциирующие с карбонизированными и потерявшими летучие компоненты углями: 1 – градации катагенеза; 2 – марки углей по шкале Донбасса; 3 – выход летучих, % (Бочкарёв, 1984); 4 – количество удаляющихся углеродсодержащих продуктов углефикации, м³/т г. м (Бочкарёв, 1984); 5 – 8 – угольные бассейны, районы, месторождения: 5 – Ленский (Коссовская, 1962; Запорожцева и др., 1963; Копорулин, 2013); 6 – Печорский, реки Сильвая и Косью (Тимофеев и др., 2002; Копорулин, 2013); 7 – Полуостров Елистратова, руч. Конгломератовый, восточная часть Пенжинской губы (Копорулин, 1992; 2013); 8 – Иркутский, Прииркутская впадина (Копорулин, 1961, 1962, 2013).

На основании изложенных в докладе данных можно заключить следующее:

1. В период формирования угленосного бассейна продуктивные толщи и переслаивающиеся с ними песчаники из безугольных частей разреза необходимо рассматривать как геологическое пространство единой гидротермальной системы, минерогенез которой во многом определяется не только температурой, но и составом отделяющихся от каустобиолитов летучих.

2. Тектонический режим угленосного бассейна отвечал за изменение температуры – ведущего фактора карбонизации углей и, в меньшей степени, гидротермального минералообразования. Геотермический градиент был обусловлен динамометаморфизмом в сочетании с глубиной погружения. Он контролировал уровень метаморфизма углей и состав отделяющихся при этом летучих (прежде всего CO₂),

которые определяли характер онтогенеза аутигенного ломонтита и сопутствующих минералов в межугольных аркозовых песчаниках.

3. При тектонической обстановке, обуславливающей сочетание низкотемпературной пропилитизации в аркозовых песчаниках межугольных пластов и степень углефикации Г и Ж самих каустобиолитов, возникает геохимическое равновесие в системе “органическое вещество углей – минеральное вещество песчаников”. При этом метаморфизм каустобиолитов не препятствовал развитию цеолитовой пропилитизации в межугольных аркозовых толщах. При тектонической обстановке, создающей низкотемпературную пропилитизацию в межугольных песчаниках в сочетании со слабо карбонизированными углями (Бз и Д₁), такое равновесие уступает место состоянию геохимических противоречий. Цеолитовые пропилиты разрушаются: испытывают интенсивное кислотное выщелачивание и каолинизацию, а сам каолинит в таких случаях является минералом – индикатором зон геохимических противоречий.

О.П. Корсакова¹, Я.К. Еловичева², А.Н. Молодков³, В.В. Колька¹

¹ГИ КНЦ РАН, Апатиты

²БГУ, Минск

³ИГ ТТУ, Таллин

ОСОБЕННОСТИ МОРСКОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ БЕЛОМОРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ОПОРНОГО РАЗРЕЗА ВАРЗУГА)

Геологический разрез Варзуга на юге Кольского п-ва изучается уже в течение 120 лет [1-7], что позволило составить сводную схему его строения, подробно охарактеризовать слагающие его морские отложения (33-метровая надводная часть в расч. 2 – глина, суглинок, песчаный суглинок с раковинами моллюсков, линзами крупнозернистого песка и гальки), дополненные 30-м толщей в обнажении Т-13 (глина опесчаненная, песок, песок с гравием), которые накопились в течение длительного времени в условиях весьма сложной палеогеографической обстановки. Наряду с геологическими исследованиями обнажения, здесь изучены палеонтологические материалы (раковины морских моллюсков, фораминиферы, диатомеи, останки мамонта, мидии, а также пыльца и споры [1, 6-10]), выполнено датирование отложений методом ИК-ОСЛ [5, 7]. Тем не менее, представления о возрасте морских осадков были неоднозначны [7-10] – преимущественно их считали верхнеплейстоценовыми, перекрытыми голоценовыми.

Более поздние детальные полевые исследования литологии и структуры морской толщи [5, 7], датирование стратиграфически более древних горизонтов [3-4, 7], более полная интерпретация данных палинологического анализа с выделением 19 палинокомплексов [6, 7, 9] выявили более сложный цикл осадконакопления в разрезе

Варзуга, с неоднократным чередованием и своеобразным составом северной межледниковой и ледниковой флоры и растительности (термо- и мезофильных пород, типичных аркто-бореальных представителей, экзотов), что позволило установить возрастной интервал формирования морской толщи от среднего неоплейстоцена и до голоцена включительно.

На подробной пылевой диаграмме Я.К. Еловичевой из расч. 2 правобережья р. Варзуги, выше по течению от Клетного порога в соответствии с палинокомплексами выявлено 2 потепления (морские изотопные стадии (МИС) 9 и 7) и разделяющие их 3 межоптимальных интервала (МИС 10, 8 и 6).

Холодный горизонт (ПК-1 = МИС -10) в основании Варзугского разреза знаменует условия его накопления при доминировании светло-хвойных (сосновых) пород, весьма малой роли *Picea* и *Betula*.

Теплый горизонт в ранге межледниковья (ПК-2–12 = МИС -9) объединяет *три нижних оптимума* (ПК-4, ПК-6, ПК-11-12) и разделяющих их *двух похолоданий*, как и в Чекалинском стратотипе; ЭПР-возраст отложений по определениям А.Н. Молодкова 316 ± 24 т.л., 318 ± 39 т.л. и 319 ± 23 т.л. [3-4, 7] подтверждает этот вывод.

Последующий холодный горизонт (ПК-13-14 = МИС -8) характеризует накопление осадков в условиях роста *Picea* с участием *Abies* и *Larix* на фоне преобладания *Pinus*.

Межледниковый горизонт (ПК-15-18 = сложная МИС -7) объединяет *четвертый максимальный оптимум* (собственно *варзугский* – ПК-15-16 с теплообеспеченностью выше чекалинского межледниковья), *последующее похолодание* (ПК-17) и *пятый оптимум* (ПК-18).

Холодный горизонт (ПК-19 = МИС -6) формировался в условиях снижения залесенности района исследования, максимума развития травянистых растений, повышенной значимости *Picea*.

К числу экзотов относятся: *Abies*, *Larix*, *Pinus aff. sect. Strobilus*, *Picea sect. Omorica*, *Picea obovata*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Alnus*, *Osmunda* (пыльца их скорее всего занесена с южных и юго-западных регионов), из редких – *Nuphar*, *Nymphaea*.

Залегающие стратиграфически выше основной варзугской морской толщи, отложения обн. Т-16 у начала Койтугова порога на палинологической диаграмме Р.М.Лебедевой [1, 7] отвечают последующим 11-ти палинокомплексам, которые характеризуют:

– Теплый (микулинский?) межледниковый горизонт (ПК-1-7 = МИС -5), отложения которого датированы по раковинам и песку методами ЭПР и ИК-ОСЛ в $103,0 \pm 4,2$ и $104,0 \pm 8,3$ т.л. [1-7]; он объединяет раннюю стадию потепления (ПК-1), три оптимума (ПК-2, ПК-4, ПК-6-7 — повышение доли АР до 50% за счет *Betula sect. Albae*, единичных *Abies*, *Juniperus*, широколиственных, *Corylus*, рост *Alnus*, *Pinus* – 20%, *Picea* – 10% и НАР до 20% с максимумом *Ericaceae*, *Cyperaceae* при снижении роли споровых

Bryales, *Polypodiaceae*, *Osmunda*; распространение имели северо-таежные (березово-сосново-еловые с пихтой, изредка с лиственницей, папоротником) формации) и два разделявших их похолодания (ПК-3, ПК-5: высокая роль NAP – 21% из *Gramineae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, появление кустарничков *Ephedra*, *Lonicera* и рост споровых *Sphagnum*, *Bryales* наряду со снижением доли AP – 18-38%; преимущественно березы древовидные – 67% и *Betula nana* – 8-26%; увеличение *Pinus sylvestris* – 25%, *Picea* – 15%); растительность представляли северо-таежные (несколько разреженные березовые с примесью сосны и ели) лесные формации), которым свойственно сочетание аркто-бореальных (*Selaginella selaginoides*, *Botrychium*, *Lycopodium pungens*, *L. alpinum*, *L. selago*, *Rubus chamaemorus*,) и теплолюбивых (*Osmunda*, *Alnus*) растений; три оптимума микулинского межледниковья различаются составом хвойных, мезо- и термофильных пород: в раннем это *Carpinus*, *Ulmus*, *Corylus*, *Larix*; в среднем – *Carpinus*, *Tilia*, *Corylus*; в позднем увеличено содержание и разнообразие видов за счет *Acer* и *Quercus* наряду с *Carpinus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Corylus*, рост доли *Alnus*, абсолютный максимум древесных (44-50%) и водных растений (до 8%), редкие *Abies*, *Juniperus*.

– Ранневалдайский холодный (ПК-8 = МИС -4) и Средневалдайский сравнительно теплый горизонты (ПК-9-11 = МИС -3) из верхней части диаграммы и части подстилающих песков являются более «холодными» (NAP до 20%, преобладает *Gramineae*, доминируют споровые (50-70%, *Bryales*) на фоне аркто-бореальной группы (*Rubus chamaemorus*, *Selaginella selaginoides*, повышена роль *Betula nana* (15-40%), знаменующие растительность северо-таежных (березово-сосновое редколесье с папоротниковыми) формаций с низкорослыми березками, злаковыми, сфагновыми и зеленомошными болотами с осокой, а затем и лесотундровые формации (березовое редколесье с низкорослой березой).

– Верхняя часть сводного разреза Варзуга представляет собой позднелепестово- голоценовый горизонт (озерные осадки – МИС -2-1).

Таким образом, накопление древнеморских отложений шло при господствующей роли древесных пород и весьма малой роли трав (за исключением ПК-19) и отражает высокую степень залесенности района исследований во время существования древнего морского водоема; преобладающей породой разреза является сосна, а субдоминантом ее в верхней части – ель с постоянными компонентами из лиственницы и пихты, участием экзотов, четко знаменующая смену ценозов в ландшафте с ПК-13. Формирование микулинских (МИС -5) осадков происходило в условиях развития преимущественно березовых (лишь с малой ролью светло- и темно-хвойных пород) в оптимумы, и березово-сосново-еловых – в интервалы похолоданий. Нам представляется, что Варзугский разрез обоснованно сохраняет важное значение стратотипа неоплейстоцена северо-запада Восточно-Европейской равнины.

Литература

1. Евзеров В.Я., Лебедева Р.М., Раямяэ Р.А. Стратиграфия плейстоценовых отложений южной части Кольского полуострова // Геология плейстоцена Северо-Запада СССР. Апатиты: КФ АН СССР, 1981 г., с. 97-107.
2. Арсланов Х.А., Евзеров В.Я., Тертичный Н.И. и др. К вопросу о возрасте отложений бореальной трансгрессии (понойских слоев) на Кольском полуострове // Плейстоценовые оледенения Восточно-Европейской равнины. М.: Наука, 1981. С. 28-37.
3. Molodkov A., Yevzerov V. Age and correlation of fauna-bearing sub-till interglacial marine deposits from the Varzuga section, Kola Peninsula // Field Symposium on Quaternary Geology and Geodynamics in Belarus: Abstract volume, May 20-25 2002, Grodno. Minsk, 2002. P. 47-48.
4. Molodkov A., Yevzerov V. ESR/OSL ages of long-debated sub-till fossil-bearing marine deposits from the southern Kola Peninsula: stratigraphic implications // Boreas, 2004, vol. 33. P. 123-131.
5. Корсакова О.П., Семенова Л.Р., Колька В.В. Среднеплейстоценовые осадки в разрезе Варзуга (юг Кольского полуострова) // «Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований»: Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Апатиты: ГИН КНЦ РАН, 2011. Т. 1. С. 291-294.
6. Еловичева Я.К. К вопросу о возрасте отложений Варзугского разреза на Кольском полуострове // Материалы совместной Международной конференции «Геоморфология и четвертичная палеогеография полярных регионов» 9-17 сентября 2012 г. С.-Петербург.ГУ, 2012. С. 196-199.
7. Еловичева Я.К., Евзеров В.Я. Опорный разрез плейстоценовых отложений в нижнем течении р. Варзуги на Кольском полуострове // Региональная физическая география в новом столетии. Вып. 6. Минск: БГУ, 2012. С. 63-115. Сборник депонирован в БелИСА 21.09.2012 г., № Д-201225. 302 С.
8. Korsakova O.P., Yelovicheva Ya.K., Molodkov A.N., Koljka V.V. Middle Pleistocene marine deposits on the Kola Peninsula (NW Russia) // Abstracts of the Session of INQUA SEQS Congress, Section on European Quaternary Stratigraphy Workshop, 03-10 September 2016, Armenia. Yerevan, 2016. P. 32.
9. Еловичева Я.К. Геологический разрез Варзуга – природное историко-культурное наследие Арктики и объект туризма // Материалы II Междунар. науч. конф. «Арктика: история и современность», 19-20 апреля 2017 г., Санкт-Петербург: С.-Пет.ГУ, 2017. Часть II. С. 93-104.
10. Korsakova Olga, Molodkov Anatoly, Yelovicheva Yadviga, Kolka Vasily. Middle Pleistocene marine deposits on the Kola Peninsula (NW Russia) // Quaternary International, vol. 509, 2019. P. 3-16.

А.В. Крайнов

ВГУ, Воронеж

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МИНЕРАГЕНИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ КЕРАМИЧЕСКИХ ГЛИН В ПРЕДЕЛАХ ЦФО

На территории Центрально-Черноземного района керамические глины являются ценным и одновременно дефицитным сырьем. Они приурочены к отложениям мамонской толщи верхнего девона, аптского яруса нижнего мела, свитам: киевской

эоцена, берекской олигоцена, шапкинской миоцена и усманской плиоцена. Глины разновозрастных месторождений отличаются по условиям образования, вещественному составу и качеству. Поэтому вопрос о минерагеническом районировании керамических глин является актуальным.

Керамические глины мамонской толщи (D_{3mm}). Песчанно-каолиновая мамонская толща (ПКТ) еще с середины прошлого века рассматривалась как перспективная для поисков в ней месторождений керамических глин. В 2017 году в пределах листа М-37-ХVII (Павловск) выявлено месторождение вторичных каолинов Козынка [1].

После выявления этого месторождения нами выделена **Мамонская минерагеническая зона** по границе распространения ПКТ. Территориально она приурочена к югу Воронежской области, частично, к востоку Белгородской, северу Ростовской и северо-западу Волгоградской областей (рис.). Общая площадь её распространения около 28 000 км² и четко разделяется на 3 участка: Западный, Центральный и Восточный.

Западный участок протягивается от границы Курской и Белгородской областей до г. Павловска на 280 км при ширине полосы от 25 до 60 км. Этот участок наименее перспективен на огнеупорное сырье, ввиду резкого преобладания обломочных пород и большой мощности перекрывающих отложений (от 40 до первых сотен метров). Центральный участок располагается к востоку от долготы г. Павловска до г. Калач. Его длина и ширина порядка 60 км каждая. Восточный участок прослеживается восточнее долготы г. Калач.

По границам распространения центрального участка выделен **Павловск-Калачский минерагенический район**. Основанием для его выделения послужило наличие месторождения, а также выявленные на фациальных картах континентальные фации, благоприятные для формирования месторождений керамических глин. Здесь мамонская песчанно-каолиновая толща содержит относительно мощные пласты глин и каолинитсодержащих песков и залегает неглубоко.

Керамические глины аптского яруса (K_{1a}). Ранее проведенные по ним исследования, а также полученные данные при ГДП-200 позволяют выделить следующие минерагенические таксоны.

Малоархангельск–Воронежская минерагеническая зона проходит через северную и северо-западную части листа М-37 (Воронеж), южную и юго-западную части листа N-37 (Москва), и захватывает юго-восточную и северо-восточную оконечности листов N-36 (Смоленск), и М-36 (Киев) соответственно. Зона выделена по суммарному распространению континентальных и лагунно-морских фаций апта, в которых происходило формирование керамических глин.

Выделенная для керамических глин аптского яруса **Малоархангельск–Воронежская минерагеническая зона** включает *Воронежский* и *Курско-Елецкий*

минерагенические районы. Первый является благоприятным для поисков огнеупорных разновидностей керамических глин [2–4]. Он определен по распространению континентальных фаций, где в озерно-болотных условиях происходило «дозревание» вещества в условиях теплого гумидного климата при наличии значительного количества органического вещества. Курско-Елецкий район выделен по распространению лагунно-морских фаций. В пределах этого района вероятно обнаружение месторождений тугоплавких глин, т.к. глинистые минералы из пород лагунно-морской зоны имеют иллит-каолиновый состав, унаследованный от размытых образований источников сноса [5]. Он довольно выдержан практически на всей исследуемой территории.

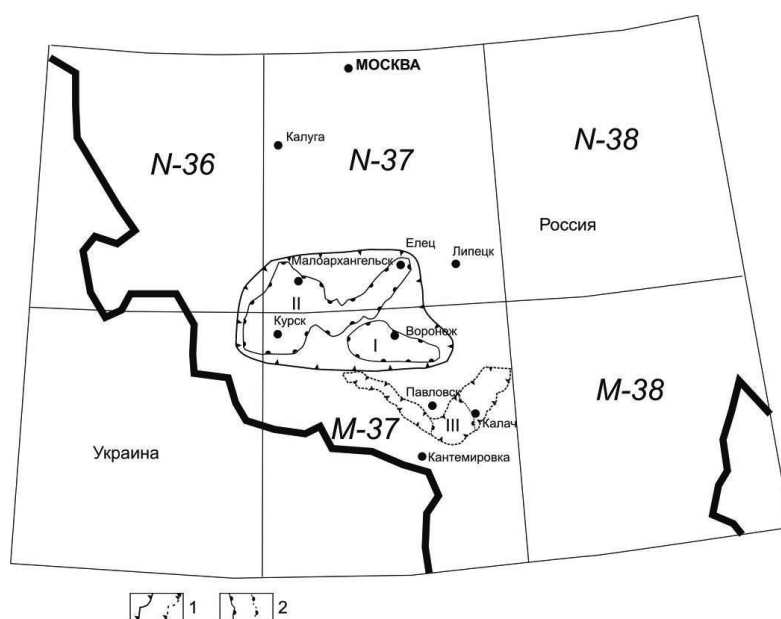


Рисунок. Предлагаемая схема минерагенического районирования для керамических глин листов N-37, M-37. Условные обозначения: 1 – зеленым – Малоархангельск–Воронежская минерагеническая зона; коричневым – Мамонская минерагеническая зона; 2 – минерагенические районы: I – Воронежский, II – Курско-Елецкий, III – Павловск-Калачский.

Керамические глины кайнозоя. В кайнозое установлены четыре стратиграфических уровня образования керамических глин, по два в палеогене и неогене. В палеогене это киевский (средний эоцен) и берекский (верхний олигоцен) уровни, в неогене – шапкинский (нижний миоцен) и усманский (нижний плиоцен). К первому уровню приурочено Сергиевское месторождение, Горшеченское проявление керамических глин, ко второму – Шрамовское (Россошанское), к третьему – Краснояружское, Краснопольское, Колотиловское и другие, к четвертому – Байгоровское месторождения.

Для керамических глин кайнозоя минерагеническое районирование не проводилось, так как это сырье невысокого качества, месторождения рассредоточены по территории, а площади развития фаций незначительны.

Литература

1. Савко А.Д., Мануковский С.В., Крайнов А.В., Корабельников Н.А., Милаш А.В. Вторичные каолины девона Воронежской антеклизы на примере месторождения Козынка // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. 2018. Вып. 2. С. 20–28.
2. Савко А.Д., Новиков В.М., Крайнов А.В., Давыдов Д.Н., Ратников В.Ю. Минерагения аптских отложений Воронежской антеклизы. Статья 1. Огнеупорные и керамические глины // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. № 2. 2011. С. 116–136.
3. Bortnikov N.S., Mineeva R.M., Novikov V.M., Berketa A.G., Speranskii A.V., Savko A.D., Krainov A.V. Kaolinite history in the weathering crust and associated clay deposits: EPR data. Pleiades Publishing, Ltd. № 1. V. 433. Moscow. 2010. P. 927–930.
4. Bortnikov N.S., Novikov V.M., Boeva N.M., Savko A.D., Krainov A.V., Dmitriev D.A., Zhegallo E.A., Bushueva E.B. Structural-morphological features of kaolinite from clayey rocks subjected to different stages of lithogenesis: evidence from the Voronezh antecline. Lithology and mineral resource. Moscow. 2013. №5. P. 384–397.
5. Крайнов А.В. Геология и минерагения керамических и огнеупорных глин аптского яруса Воронежской антеклизы: дис. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 2016. – 132 с.

А.И. Кудаманов, Т.М. Карих, В.А. Маринов

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень

СМЕНА РЕЖИМА СЕДИМЕНТАЦИИ НА РУБЕЖЕ САНТОНА-КАМПАНА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Комплексный анализ доступной геолого-геофизической информации позволил выделить в разрезе верхнего мела Западно-Сибирской плиты (ЗСП) четыре сейсмокомплекса: кузнецовский (турон-нижний коньяк), нижнеберезовский (коньяк-сanton), верхнеберезовский (кампан) и ганькинский (маастрихт) [1]. Сейсмокомплексы по материалам ГИС и лабораторным данным изучения керна (до 2–3 обр./метр керна) разделены на пачки (стратоны) различного литологического состава, характеризующиеся различными условиями осадконакопления. Например, кровля нижнеберезовского сейсмокомплекса представлена хэяхинской пачкой неравномерно глинистых опок (доля свободного кремнезема до 65–80 %, пласт НБ1, преобладающая мощность 10–20 м), залегающая на кремнисто-глинистых пачках НБ2...НБ4 (суммарной мощностью 50–100 м, с увеличением на северо-востоке ЗСП). По данным ГИС выделенные стратоны уверенно прослеживаются на большей части ЗСП (для опок – до 2,2 млн. км²; т.е., объем кремнезема составляет первые десятки тысяч км³). Как

исключение, алевролиты пачек ВБ1 (кампан) и НБ3 (сантон), клиновидно представленные только на северо-востоке, отражают наличие малоамплитудных понижений морского дна в этой части региона в это время.

Результаты комплексного анализа данных рентгеновских методов, петрографического анализа и растрового электронного микроскопа позволяют предположить, что преобладающие кремневые (опал, кристобалит, тридимит, кварц) и глинистые компоненты (смектиты, иллит, а также смешаннослойные образования – ССО) пород по происхождению являются преимущественно хемогенными (вероятно, при участии бактерий), за исключением пачек ВБ1 и НБ3. Автохтонные дисперсные осадки характеризуются весьма низкими темпами осадконакопления (первые мм/тыс. лет; конденсированный тип) и микроскопическим проявлением спутанно-волокнистых агрегатов минеральных компонентов. Наиболее кремнистые породы (опоки НБ1) в пределах разреза верхнего мела характеризуются аномально низкими значениями радиоактивности, минимальными концентрациями химических компонентов (за исключением кремнекислоты), в том числе и редкоземельных элементов (РЗЭ). Опоки НБ1 перекрываются кремнистыми глинами пачки ВБ2 (нижней части верхнеберезовского сейсмокомплекса), аналогично породам пачек НБ2...НБ4, с обогащенным химическим составом (металлы, РЗЭ и пр.). В кровле пачки НБ1 по керну ряда скважин в опоках фиксируется зона (толщиной 3–4 см) брекчирования опок и пластического заполнения пространства между остроугольными обломками агрегатом кремнистых глин перекрывающей пачки ВБ2. Подобное взаимоотношение опок и перекрывающих кремнистых глин позволяет допустить существование перерыва осадконакопления между образованием пачек НБ1 и ВБ2. Отсутствие накопления осадков сопровождается обычно образованием коры выветривания. Возможно, в данном случае следы брекчирования опок отражают процессы механического разрушения при выветривании на субаэральном уровне, что приводит к необходимости допустить понижение уровня Западно-Сибирского моря в завершение сантонского времени, как минимум, до образования островной суши. Отсутствие заметной примеси растительных остатков в осадочных отложениях этого уровня противоречит такому предположению. Если только обмеление не было настолько кратковременным, чтобы поверхность илов успела покрыться трещинами усыхания (такрыами), а растительный покров не успел сформироваться. Либо условия обмеления «не располагали» к развитию растительного покрова.

В целом образование опок ЗСП проходило аналогично позднемеловым кремневым осадкам Русской плиты. Результаты анализа данных по Русской плите позволили сформулировать представления, согласно которым *«... наиболее вероятным механизмом образования опок считается диагенетическое преобразование кислых пелловых частиц с полимеризацией кремнезема, сопровождающейся глинизацией и цеолитизацией илов ... монтмориллонит ... ассоциирует с цеолитом, опал-*

кристобалит-тридимитовой фазой и глауконитом. Формирование данной ассоциации связывается с диагенезом пирокластики (Калуцкая, 1980; Коссовская и др., 1980), а сама ассоциация названа «камуфлированной пирокластикой» (Муравьев, 1973; Коссовская, 1975). Источниками вулканических извержений – возможными поставщиками пирокластического материала на Русскую плиту в позднем мелу, вероятно, следует считать активные эксплозии вулканической дуги Малого Кавказа (Дзоценидзе, 1969)» [2, 3].

Принимая во внимание коллоидную природу дисперсных илов и особенности развития таких систем, можно предположить, что образование брекчиевидных структур на границе сантона (пачка НБ1) и кампана (пачка ВБ2) могло быть обусловлено достаточно резкой сменой формирования преимущественно кремнистого коллоида (НБ1) на преимущественно глинистый (ВБ2). На границе пачек происходило «мгновенное старение» (дегидратация, уплотнение) аморфных кремневых илов благодаря влиянию иных по химизму глинистых илов. На поверхности опок НБ1 формировались системы литогенетической трещиноватости (брекчирования), заполненные глинистыми илами пачки ВБ2.

Литература

1. Агалаков С.Е., Кудаманов А.И., Маринов В.А. Фациальная модель верхнего мела Западной Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т., Новосибирск, 17-21 апр. 2017 г. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – Т. 1. – С. 101-105.
2. Зорина С.О., Афанасьева Н.И. Новые данные о позднемеловых пепловых горизонтах Среднего Поволжья // Сборник материалов. X Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле», Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (РГГРУ). 12-15 апреля 2011. С. 8.
3. Зорина С.О., Афанасьева Н.И., Жабин А.В. Следы пирокластики в сантон-кампанских отложениях разреза "Вишневое" (Среднее Поволжье) // Литосфера, 2012. № 3, С. 3–13.

Р.Н. Курбанов^{1,2}, Г.Д. Павленок³, К.К. Павленок³, Н.А. Таратунина^{1,2}

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²ИГ РАН, Москва

³Института археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск

СТАДИИ ЛЁССОНАКОПЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ СТОЯНКИ КУЛЬБУЛАК (УЗБЕКИСТАН)

Опорная многослойная палеолитическая стоянка Кульбулак представляет значительный интерес для реконструкции этапов расселения древнего человека по

территории Центральной Азии. Расположение памятника, сложное строение разреза новейших отложений, многочисленные следы селевой активности, нехватка данных абсолютного датирования для нижних горизонтов осложняют задачу разработки геохронологической схемы формирования отложений и определение возраста культурных горизонтов. В связи с этим нами предпринята попытка детальной характеристики отложений нижней части разреза для выделения главных этапов развития рельефа и природной среды в районе стоянки. Для памятника выполнено описание геоморфологического строения, выявлены основные факторы формирования отложений. В изученной части разреза (слои 10–25) выделено 4 основных этапа осадконакопления. На основе анализа литологических свойств и полученных ранее люминесцентных датировок выполнено хроностратиграфическое расчленение разреза. Так, слой 24 коррелируется с фазой потепления второй половины МИС 7, слой 23 – с началом МИС 6, а слои 16–12 отражают активную динамику природной среды в МИС 5.

Этапы развития природной среды в районе стоянки:

1. Основание изученного разреза в слое 25 представлено суглинком с многочисленными включениями дресвы и мелкого щебня. В это время здесь существовал небольшой водоём; многочисленные включения щебня в виде отдельных прослоев свидетельствуют о частом воздействии селевых процессов на осадконакопление; селевые потоки достигали центральной части водоёма.

Однородные плотные суглинки слоя 24 имеют серовато-сизый цвет, что указывает на закисные условия. Наличие растительных остатков свидетельствует о высокой биологической продуктивности. Отмечается постепенное уменьшение содержания обломочного материала, верхняя половина слоя – почти чистый суглинок. Слой 23 представлен супесью светло-коричневой, выше она переходит в сизый суглинок слоя 22. Слои 25–22 соотносятся нами со второй половиной МИС 7, с ярко выраженным этапом потепления. В районе памятника отмечается стабилизация рельефа, образуется водоём со спокойным озёрным осадконакоплением, активность селевых процессов резко снижается. В завершающую фазу МИС 7 отмечается активизация селей; фиксируется размыв между слоями 23 и 22.

2. Слои 21–18 представляют собой чередующиеся пролювиально-селевые осадки с тонкими прослоями озёрных суглинков серого и сизого цветов. Это время активизации селевых процессов. Существовавшее на предыдущем этапе озеро сокращается в размерах, отмечается частая смена уровня вплоть до полного пересыхания. Эта часть разреза, по-видимому, может быть соотнесена с этапом похолодания МИС 6.

3. В верхней части слоя 18 отмечается резкое несогласие. Выше по разрезу расположена серия чередующихся слоёв лессовидного суглинка и мощных горизонтов пролювиально-селевых отложений, которые в общем виде отражают ритмичную динамику климата и ландшафтной обстановки в регионе в этап МИС 5. Из лессовидного суглинка слоя 16 получена ТЛ датировка в 111 ± 19 тыс. л.н., указывающая на размыв

горизонта с наиболее развитой палеопочвой пика потепления МИС 5е. Общий тренд аридизации климата выразился в слое 12, где отмечается наличие двух слабо развитых палеопочв, чередующихся с прослоями лёсса. Весь слой затронут пролювиальными процессами. Таким образом, слои 17–12 сформированы в этап МИС 5.

4. Уже в верхней части слоя 12 отмечается резкое усиление склоновых процессов, выраженных в эрозионных границах и многочисленных прослоях с концентрацией щебня. Пролувиально-коллювиальные процессы начинают доминировать над лёссонакоплением. Верхняя часть слоя 12 и слои 11–10 соотносятся нами с холодной стадией МИС 4.

Основные элементы структурно-геоморфологического строения территории в районе расположения памятника - юго-восточный склон Чаткальского хребта - на протяжении длительного времени были стабильными. На протяжении субэразмального этапа развития территории доминировали склоновые и селевые процессы, а в условиях стабилизации рельефа происходило активное лёссонакопление. Общий уклон поверхности предопределил существенное влияние делювиального смыва на формирование отложений. Активность селевых процессов контролировалась перестройкой эрозионной сети, типом выпадения атмосферных осадков и степенью развития растительного покрова. На протяжении своей истории памятник затрагивался ими лишь частично, наиболее активное разрушающее воздействие селевых потоков происходило в условиях резкой аридизации климата и изменения ландшафтной обстановки. Лёссонакопление характеризуется многочисленными перерывами, выраженными в эрозионных границах и примесях обломочного материала.

В результате исследования на основе новых данных о строении разреза, результатах лабораторных анализов отложений, характеристике геоморфологии и факторов рельефообразования разработана хроностратиграфическая схема нижней части раскопа многослойной стоянки Кульбулак. Отобранная серия образцов для ОСЛ-датирования позволит получить более надёжные данные о возрасте горизонтов и выявить этапы неполноты геологической летописи.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты № 19-09-00453 (археологические исследования) и 18-55-41005 (геоморфологические работы).

В.В. Куренков

КубГУ, Краснодар

ФИЗИКО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРОВ И ПОКРЫШЕК ПО КЕРНУ КРАЕВОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА БС₁₁

Изучение и описание физико-литологических свойств, слагающих в толщах залежей коллекторов, носит первоначальный характер наиболее фактической

информации о распространении продуктивных толщ в пределах месторождения. Благодаря этим анализам можно оценить всю картину локализации запасов, планирование новых скважин, применение методов увеличения нефтеотдачи и актуализировать подсчет запасов углеводородов. Особенно это актуально на ранее нетронутых зонах старого действующего фонда, каким и является Холмогорское месторождение в Западно-Сибирского нефтеносного бассейна. В качестве примера взят шлиф № 1364-02, интервал отбора керна – 2623,6–2631,0 м, где более детально представлено на рисунке.

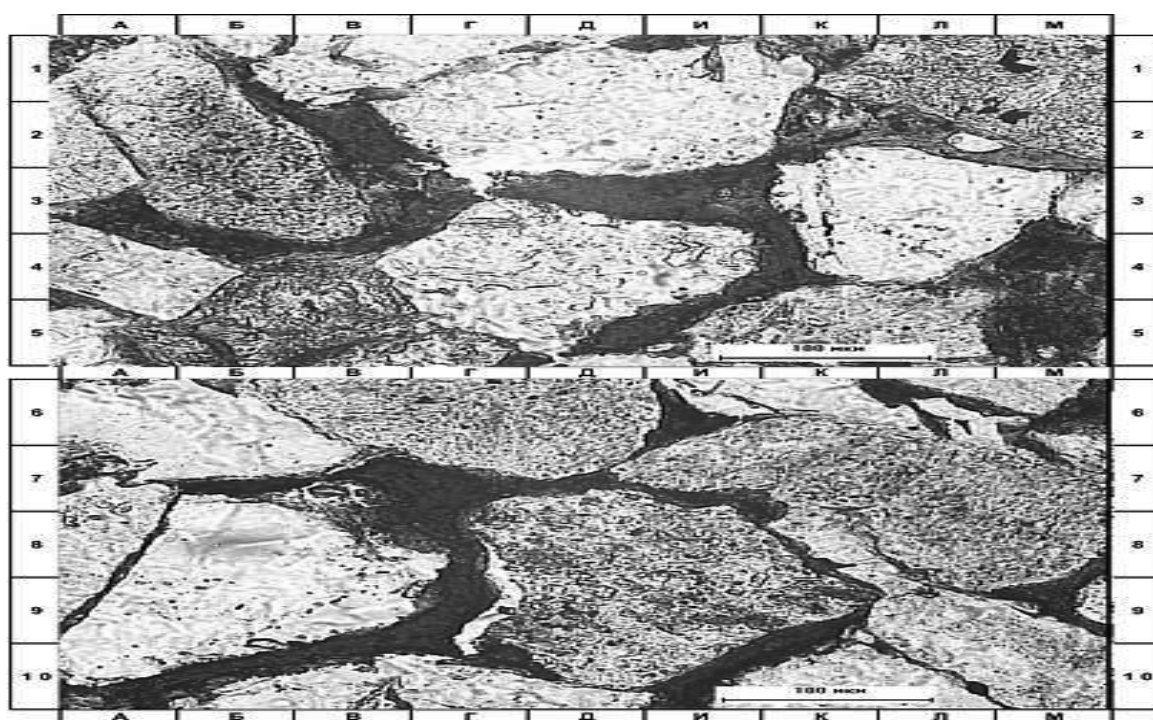


Рисунок. Образец керна 115р Холмогорского месторождения

Средне - мелкозернистый песчаник ($Md=0,160\text{мм}$), практически не карбонатный и умеренно глинистый (7,4 %). Форма обломков изменяется от полуугловатой до полуокатанной, структура псаммитовая и алевро-псаммитовая, микротекстура однородная. Присутствуют редкие линзы обугленной органики. Преобладают обломки мелкопесчаной фракции (71%), при вариации размера зерен от 0,03 до 0,50 мм. Степень отсортированности обломочного материала хорошая ($So=1,38$). Седиментационная зернистость коллекторов в значительной степени искажена аутигенными разнонаправленными процессами регенерации (кварцитоподобные агрегаты) и выщелачивания. По вещественному составу коллектор относится к полимиктовому типу. Породообразующая часть представлена кварцем (25,1 %), полевыми шпатами (47,2 %), обломками различных горных пород (26,2 %) и слюдами (1,5 %). Кварц частично катаклазирован, содержит воздушно - газовые включения, с мозаичным или облачным

угасанием. Регенерация отмечена на $\approx 80\%$ зерен в виде прерывистых каемок, реже - кварцитоподобных структур, новообразованных граней, кварцевого цемента. Толщина аутигенного кварца – 0,002–0,035 мм.

Слюды представлены мусковитом, хлоритом, биотитом. Биотит в основной массе преобразован в бесформенный агрегат гидрослюды, хлорита, пелитоморфного сидерита. Иногда чешуйки слюд расщеплены, между ними развивается кальцит.

По данным рентгенофазового анализа песчаник характеризуется полиминеральным составом и пленочно-поровым распределением глинистого цемента. Основными минералами цемента являются каолинит (50,0 %) и хлорит (47,0 %). Каолинит частично или полностью выполняет отдельные поры, неравномерно распределенные по площади шлифа. Хлорит обволакивает фактически все обломочные зерна тонкими прерывистыми пленками темно - зеленого цвета, развивается в открытые поры в крустификационной модификации, выполняет поровые каналы [1].

Микроскопическое исследование показывает, что структура порового пространства данного образца сформировалась в результате постседиментационных процессов растворения материала. В шлифе развита система вторичных открытых поровых каналов изометрической, заливообразной и щелевидной формы, осложненных регенерацией и коррозией зерен.

Обобщая приведенную выше информацию, можно дать следующее описание продуктивного пласта БС₁₁ в скважине 115Р: пласт сложен, в основном, песчаником средне-мелкозернистым ($Md=0,16$ мм) с низким (2,2 %) и умеренно-глинистым (7,4 %) содержанием глинистого цемента и незначительной примесью карбонатных компонентов. По вещественному составу песчаники относятся к полимиктовому типу. Основными породообразующими компонентами являются кварц (22,3 % – 31,9 %), полевые шпаты (47,1 % – 50,6 %) и обломки горных пород (20,2 % – 26,9 %), второстепенными – слюды (0,9 % – 3,7 %). Песчаник характеризуется однородным минералогическим составом и порово-пленочным распределением глинистого цемента. Основным цементирующим компонентом является хлорит (94 %), который обволакивает фактически все обломочные зерна. В ассоциации с хлоритом поровые каналы выполняет гидрослюда (6,0 %).

Благоприятный гранулометрический состав, низкое содержание и характер распределения глинистых материалов, а также высокое содержание открытых пор коррозионного генезиса являются основой хороших фильтрационно-емкостных свойств слагающих пласт пород ($K_p = 18,9 \%$, $K_{пр} = 116 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$).

Литература

1. Отчёт по обработке и интерпретации геолого-геофизических данных в пределах Восточно-Холмогорской и Западно-Пограничной площадей / рук. Н.П. Косарева, исп. И. А Ткачев, Н.И. Богатырёва. Тюмень, ООО «Геология резервуара», 2007. – 317 с.

С.И.Ларин¹, С.А.Лаухин², Н.С.Ларина³, В.А.Алексеева⁴

¹Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Тюмень

²МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, Москва

³ТГУ, Тюмень

⁴МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРИОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ОСНОВАНИИ ПОКРОВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ЗАУРАЛЬЯ

В ходе полевых работ в пределах территории Среднего Зауралья авторами была выявлена серия разрезов со следами древней мерзлоты. Геоморфологическое положение и стратиграфическая приуроченность следов палеокриогенеза к первой и верхам второй надпойменных террас, свидетельствует об их молодом позднеплейстоцен-позднеледниковом возрасте [1]. Весьма информативным объектом в этом отношении является Кыштырлинский карьер по разработке глин чеганской (тавдинской) свиты нижнего олигоцена. Карьер находится в 40 км от Тюмени ($56^{\circ}55'13,4''$ с.ш., $65^{\circ}49'39,0''$ в.д., абс. отметка 54–57 м) на поверхности первой надпойменной террасы правого борта долины р.Пышма. Следы древней мерзлоты наиболее хорошо выражены в северо-восточной части карьера, где на контакте зеленоватых тонкослоистых, плотных глин олигоцена, содержащих большое количество сидеритовых стяжений и вышележащих покровных отложений, вскрыта полигонально-жильная сеть с расстоянием между основными жилами от 4–5,2 м до 18–23 м. Ширина погребенных трещин и жил от 2 до 33 см. Большая часть жил имеет клинообразную форму, некоторые из них наклонны, коленообразны. Глубина проникновения жил 1,5–4 м от дневной поверхности, вертикальная протяженность от основания вышележащего слоя от 0,3 м у небольших трещин, до 1,5–1,7 м, иногда до 3,0–3,2 м у основных жил. Трещины и жилы полностью заполнены вышележащим светло-серым с палевым оттенком ожелезненным песком и алевритом, местами с характерной золотой слоистостью. Средняя мощность слоя светло-серых песков и алевритов 0,25–0,45 м. Сверху он перекрыт слоем оскольчатого плотного палево-серого с коричневыми ожелезненными прослоями суглинка, верхняя часть которого перекрыта современной почвой. Контакты жил с вмещающими отложениями обычно сильно ожелезнённые. В некоторых частях разреза, слои со следами криогенеза подняты почти вертикально на «дыбы». По морфологии жилы можно интерпретировать как морозобойные трещины, изначально-грунтовые жилы и псевдоморфозы по грунтовым и ледово-грунтовым жилам.

Для комплексной реконструкции палеогеографических условий формирования жил использованы гранулометрические, палинологические и литохимические индикаторы (кремнекислый $Ki=SiO_2/Al_2O_3$, основной $BA=(CaO+K_2O+Na_2O)/Al_2O_3$, химической зрелости $Kz=Al_2O_3/Na_2O$), карбонатный $Kk=CaO/MgO$, щелочной

$Kh=K_2O/Na_2O$), выветривания (CIA , CIW , ICV , $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O+MgO)$, Rb/Sr , Al_2O_3/TiO_2), выщелачивания (Sr/Ba), окисления ($(Fe_2O_3+MnO)/Al_2O_3$, биологической активности и биопродуктивности (MnO/Al_2O_3 , MnO/Fe_2O_3 , $(Fe_2O_3+MnO)/Fe_2O_3$), засоления (Na_2O/K_2O , Na_2O/Al_2O_3 , степени однородности пород (TiO_2/Al_2O_3 , Zr/TiO_2) [2].

Данные палинологического анализа, неоднозначны, в силу заметного влияния на покровные отложения подстилающих палеогеновых глин [1]. Литохимические индикаторы свидетельствуют о формировании осадков большей части разреза в относительно гумидных условиях климата при интенсивном проявлении процессов выветривания (средние значения $CIA=79$, $CIW=88$, $ICV=0.4$, $Al_2O_3/TiO_2=14,6$). В нижней части разреза фиксируется относительное похолодание и увлажнение климата. Это показывают минимальные $CIA=74-76$ и $CIW=86-87$ и максимальное значение $ICV=0,6$ для разреза. При этом они все равно остаются в гумидной индикаторной зоне, поскольку значения CIA выше 70 ед., а $ICV < 1$ [2]. Коэффициент выветривания $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O+MgO)$ показывает в этой части разреза минимальное значение 2,3, а Rb/Sr резкое снижение значений до 0,6. Коэффициенты биоактивности и биопродуктивности по разрезу синхронны, имеют почти нулевые или относительно постоянные значения, за исключением небольшого роста на глубине 105 см и очень заметного на глубине 25см. Отношение Sr/Ba снизу вверх по разрезу возрастает от 0,2 до 0,3-0,4. Поскольку $Sr/Ba=0,2$ соответствует условиям северной тайги [3], 0,3–0,4 зоне между южной и средней тайгой, можно предполагать возникновение криогенных образований в условиях островной мерзлоты. Отношения TiO_2/Al_2O_3 , Zr/TiO_2 реконструируют однородные условия седиментации, кроме нижней части разреза, где наблюдается дополнительный привнос материала и его усиленное преобразование процессами выветривания.

В целом геоморфологические и литохимические данные позволяют предположить позднеледниковый возраст криогенных образований в данном районе.

Работа выполнена по госзаданию, проект №АААА-А17-117051850064-0, частично за счет гранта РФФИ № 20-05-00734А.

Литература

1. Ларин С.И., Ларина Н.С., Лаухин С.А., Шилова Н.Г., Алексеева В.А. Особенности морфологии и генезис реликтовых полигональных образований конца плейстоцена на юго-западе Западно-Сибирской равнины // Арктика, Субарктика: мозаичность, контрастность, вариативность криосферы: Труды международной конференции / Под ред. В.П. Мельникова и Д.С. Дроздова.- Тюмень: Изд-во Эпоха, 2015.- С.199-201.
2. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.
3. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007.-277с.

С.А.Лаухин¹, С.И.Ларин²

¹ МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, Москва

² Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Тюмень

НЕКОТОРЫЕ РАЗЛИЧИЯ В СОСТАВЕ И СТРОЕНИИ ИСКОПАЕМЫХ МОРЕН ГОРНОГО И ПОКРОВНОГО ОЛЕДЕНЕНИЙ

В настоящее, межледниковое, время на Земле 11% суши покрыто ледниками, в т.ч. 98% -покровные ледники, 2% – шельфовые ледники (продолжение покровных на шельфе) и 0,1% – горные ледники [1]. Изучение горных ледников началось в античные времена, а покровные упоминались лишь в скандинавских легендах [2].

Только в самом конце XVIII в. предположили их развитие в Европе, но в середине XIX в. теория актуализма «опровергла» возможность существования покровных ледников и ледниковая теория окончательно возродилась лишь в конце XIXв.

Изучение горных ледников началось около 2000 лет назад, а покровных – практически в середине XX в., да и то – полностью покрывающих континент Антарктида и субконтинент Гренландия. Тогда как в прошлом (как 200 тыс., так и 2400 млн лет назад) обширные покровные оледенения охватывали лишь частично Евразию, Сев. Америку и Африку. Понятно, что горные ледники и их отложения изучены на много порядков детальнее, чем своеобразные, покрывающие целиком континент и субконтинент, современные покровные ледники принципиально отличные от своих ископаемых аналогов; изучаются которые, обычно невольно, в большой степени по аналогии с современными горными ледниками.

Морены – это современные осадки ледников, горные породы, образованные из них после литификации и/или метаморфизма называют тиллитами, хотя в отечественной литературе слаболитифицированные плейстоценовые и неогеновые осадки ледников обычно тоже называют моренами. Если не учитывать возможности униформизма, можно формирование и состав современных морен считать аналогичными плейстоценовым и плиоценовым. Далее мы и более древние тиллиты будем рассматривать с позиций актуализма, обращая внимание, во избежание униформизма, на отличие их состава и строения от современных морен. Ограничения для обсуждения горных ледников начинается с раннего кайнозоя: тиллиты среднего эоцена-палеоцена, часто спорные, выделятся только в Антарктиде; а мезозоя и древнее – спорно и крайне фрагментарно, т.е. они для обсуждения неприменимы. Оледенения реконструированные математическим моделированием [3 и др.] здесь не обсуждаются, т.к. состав и строение их тиллитов (морен?) реально не реконструируются. Согласно [4] тиллиты (морены ?) мезозойских и древнее горных ледников целиком растворены в молассовой формации. Ограничения в распространении ископаемых покровных ледников зависит от ледниковой формации [4]. В периконтинентальной формации следы их рассеяны в дебритах и турбидитах. В

эпиконтинентальной формации сохранность их относительно хорошая, но шельфовые ледники в ископаемом состоянии вряд ли были больше современных 2%. В континентальной формации уничтожено денудацией ледниковых отложений во много раз больше, чем их сохранилось до ныне, но только они доступны для сравнения состава и строения с горными, как видно из вышесказанного, только позднекайнозойскими горными ледниками. А характер и наличие сравнительного материала вынуждает сравнивать, прежде всего, именно с ними.

Известно [5], что деятельность ледников включает экзарацию, ассимиляцию, дробление, истирание, перемещение, транспортировку пород ложа ледника на пути его движения и отложение всех этих продуктов в виде морен. Известно много типов морен: основные, краевые, срединные, боковые, внутренние, передовые, конечные, абляционные и т.д. Все эти типы морен и их формирование люди тысячелетиями наблюдали в горных ледниках. В покровном леднике Антарктиды предполагаются процессы платинга и истирания. Последние создают большие песчано-алевритовые массы, которые выносятся за пределы континента. Но в самом леднике следов этих масс нет. В отложениях покровных ледников квартера северного полушария они должны были бы наблюдаться. По [6] экзарация применительно к Антарктиде надо понимать как морозное выветривание, т.е. подготовку к перемещению.

В горных ледниках морена может состоять на 100% из псефитов [7], т.е. состав морен очень разнообразен и зависит от местных условий. В моренах покровных отложений плейстоцена северного полушария центры оледенений практически не менялись, направление движения ледников разного возраста было близким и ледники десятков оледенений, их стадий и осцилляций сотни раз переотлагали все более древние морены, перемещая всё дальше к югу эрратические обломки. При этом объём морен покровного оледенения всё больше определялся ассимиляцией продуктов перигляциального процесса, что в горных ледниках играло ограниченную роль. А каждое покровное оледенение имело свою перигляциальную зону, которая насыщала морены только своими продуктами. И при всех различных условиях покровных оледенений северного полушария морены были, в основном, несортированными, структура порфирикластовая, с преобладанием (35–45%) алеврита, окатанность псефитов неравномерная, ед. %% эрратических пород и ледогранников. В Антарктиде нет конечноморенного пояса, характерного для горных и покровных ледников северного полушария. В целом же, морены горного ледника можно назвать продуктом деятельности ледника, а морены покровного ледника являются продуктом гляциокриогенного процесса, а не только покровного ледника.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-05- 00734

Литература

1. Короновский Н.В. Общая геология. М.: Университет. 2006. 523 с.

2. Котляков В.М. Мир Снега и льда. М.: Наука. 1994. 284 с.
3. Donnadieu Y., Dromart G., Godderis Y. et al. A mechanism for glacial episodes in the Mesozoic greenhouse // *Paleoceanography*. 2011. Vol. 26. № 3. P. 3-212
4. Чумаков Н.М. Оледенения Земли. М.: ГЕОС. 2015. 159 с.
5. Войтковский К.Ф. Основы гляциологии. М.: Наука. 1999. 256 с.
6. Ласточкин А.Н., Большеянов Д.Ю., Гришин В.Ю. и др. Антарктида. Геоморфологический атлас. СПб.СПбГУ. 2011. 256 с.
7. Флинт Р.Ф. Ледники и палеогеография плейстоцена. М.: ИИЛ. 1963. 575 с.

Е.Н. Максимова, М.А. Тугарова, А.В. Екименко, С.М. Урванцев
ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАРБОНАТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

В настоящее время геологи, геофизики и инженеры в ООО «Газпромнефть НТЦ» опираются на широкий комплекс средств повышения производительности работ, используя прикладные программные продукты. С помощью цифровых, автоматизированных и при этом научно обоснованных прикладных программ можно снизить трудозатраты на обработку первичной геологической информации, комплексировать данные, полученные разными методами и в результате свести к минимуму риски и неопределенности. Подобные подходы используются и при построении фациальных моделей нефтяных месторождений, они определяют тренды литологических исследований в нефтяных компаниях и фактически создают новые направления в развитии литологии (рис.).

В качестве инструмента для совместной работы петрофизика и литолога в компании используется специализированное петрофизическое ПО (TechLog, ГеоПоиск), которое позволяет разбивать разрез на различные группы или кластеры с учетом петрографических и петрофизических свойств разреза. Данные цифровой петрографии могут быть непосредственно загружены в проект и размещены на планшете для сравнения с фильтрационно-емкостными свойствами и показаниями геофизических исследований скважин по разрезу. Петрофизик и литолог совместно проводят адаптацию петрофизической модели и алгоритма интерпретации данных ГИС с учетом литологических особенностей отложений. В результате такой работы на выходе получаем блоковую кривую литотипов/фаций с характерными фильтрационно-емкостными свойствами и показаниями методов ГИС. Данная кривая далее напрямую используется сейсмиками-интерпретаторами для увязки с сейсмическими данными, что позволяет определять тренд распространения литотипов по площади и разрезу

месторождения. Заключительным этапом является учет полученного тренда в геолого-гидродинамической модели и расчет вариантов разработки месторождений.

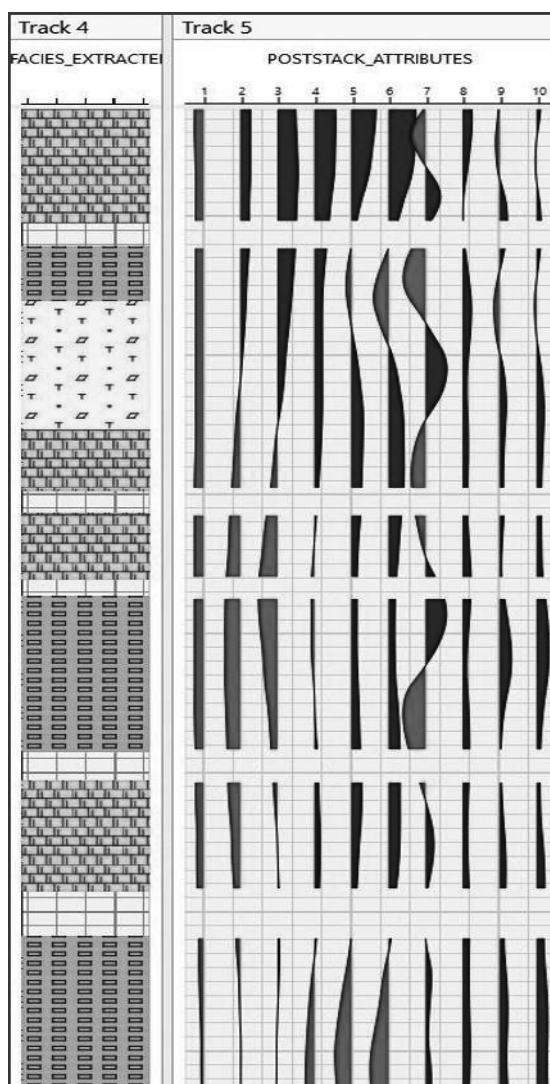


Рисунок. Сопоставление трасс сейсмических атрибутов (правая панель) и литотипов (левая панель).

Прогноз фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) резервуара является на сегодняшний день стандартным этапом интерпретации сейсмических данных. Следует отметить, что большая часть таких работ выполняется с использованием двумерных карт атрибутов сейсмической записи. Это объясняется удобством и быстротой реализации такого подхода. Наборы карт атрибутов сейсмозаписи сравниваются со значениями ФЕС в точках скважин и при наличии корреляционной связи становится возможным рассчитать карты ФЕС. Альтернативным подходом к прогнозу свойств является сопоставление не только лишь одного значений для каждой скважины, но использование

всего изучаемого интервала скважины. На рисунке приведено показано сопоставление нескольких кубов сейсмических данных с кривой литотипов.

Использование технологий машинного обучения, которые переживают виток популярности, позволяет выполнять преобразование многочисленных входных данных в интересующий нас параметр геологического разреза. В данной работе использована технология Rock Type Classification (Paradigm Geophysical). В её основе лежит использование нейронных сетей для расчета оператора классификации – по значениям нескольких кубов сейсмических данных (куб амплитуд, спектральная декомпозиция, инверсия) строится выходное значение - код литотипа. Подобный подход позволяет построить куб литотипов/фаций и по-новому подойти к оценке перспектив изучаемого месторождения.

Р.Р. Макшаев, Н.Т. Ткач, Д.М. Лобачева

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ГИПСОМЕТРИЯ НИЖНЕХВАЛЫНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Обширные фактологические, литературные и фондовые материалы использовались при создании карта-схемы распространения и литологических комплексов нижнехвалынских отложений Среднего Поволжья и Северного Прикаспия (рис.). На основе цифровой модели рельефа (ЦМР) были верифицированы основные террасовые уровни (+45-50 и +20-22 м абс.) раннехвалынских стадий, а также потенциальные границы распространения трансгрессивных вод. Литотипы отложений были верифицированы после оцифровки ряда геологических карт и схем. После этого террасовые уровни и литотипы отложений были наложены на ЦМР (SRTM).

В пределах Среднего Поволжья нижнехвалынские отложения состоят преимущественно из шоколадных глин, песков и супесей (рис.). Они распространены вдоль обоих бортов волжской долины и ограничены по высоте изолинией +45 м абс. Шоколадные глины распространены преимущественно вдоль долины р. Волги и ее крупных притоков. Наиболее крупные области, занятые шоколадными глинами, располагаются на участках расширения палеоэстуария Волги, где они достигают ширины 30-35 км. Это области от г. Маркс до г. Энгельса, низовье долины р. Большого Иргиза и между гг. Сызранью и Чапаевском. На уровнях между +35-+45 м абс в составе нижнехвалынских отложений начинают преобладать супеси и пески, приуроченные к максимальной фазе раннехвалынского бассейна. Песчаный состав тяготеет к левобережной части от низовьев рр. Еруслана до Большого Иргиза. Супесчаный состав преобладает в верхней части палеоэстуария от долины р. Большого Иргиза до низовьев р. Чапаевки.

В правобережной части нижнехвалынские отложения распространены спорадически и тяготеют к низовьям долин крупных притоков, заливам, балкам и оврагам. Наиболее обширными участками распространения отложений являются низовья долин рр. Сызранки, Терешки, Елшанки и Курдюма. Среди отложений здесь преобладают шоколадные глины, кровля которых поднимается до отметок +25-28 м абс. Выше узкой полосой распространены песчаные и суглинистые отложения. В долине р. Балыклейка нижнехвалынские отложения слагают цокольные террасы.

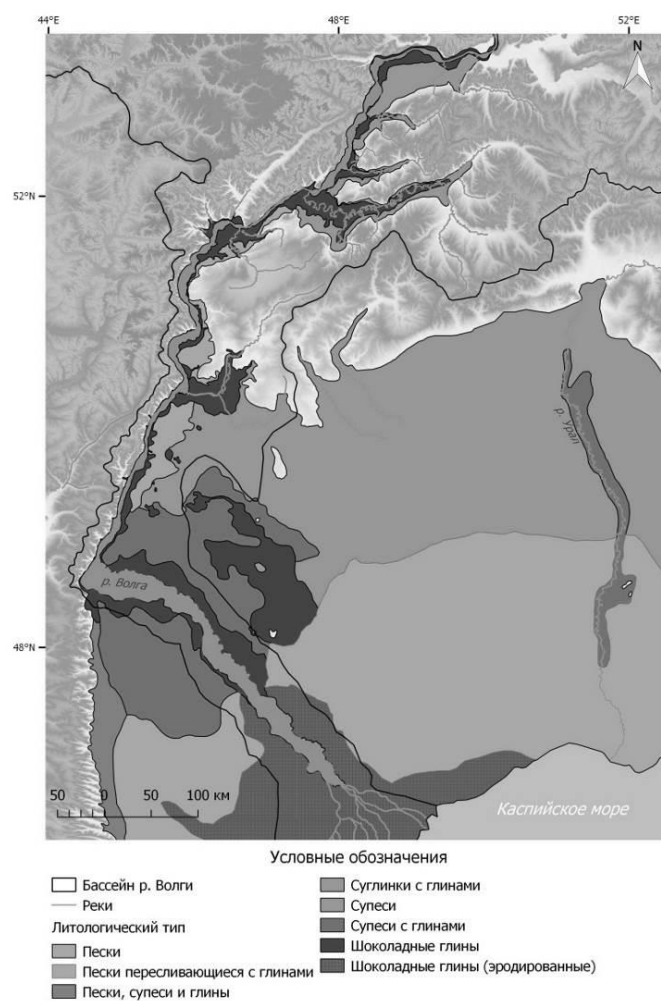


Рисунок. Карта-схема литологических комплексов нижнехвалынских отложений Среднего, Нижнего Поволжья и Западного Прикаспия.

В Нижнем Поволжье нижнехвалынские отложения, состоящие преимущественно из шоколадных глин, распространены вдоль долины р. Волги. Они также встречаются в лиманах и в ядрах бэровских бугров. Глины залегают в интервалах высот между +18 – (-26) м абс. На левобережной части Волжской долины между г. Николаевском и п. Быково нижнехвалынские отложения представлены песками, которые слагают широкую (10–15 км) грядку высотой до +30–32 м абс. На правобережной части нижнехвалынские

отложения распространены в низовьях крупных балок, оврагов и долин небольших рек. Крупная область распространения нижнехвалынских отложений расположена в низовьях долин рр. Камышенки, Вихлянцева и Балыклейки. На данных участках нижнехвалынские отложения представлены шоколадными глинами, залегающими на уровнях +15–20 м абс. В верхней части отложения представлены маломощным чехлом, состоящим из супесей и песков. В нижней части долины р. Балыклейки хорошо выражены серии раннехвалынских террас на уровнях +30–32 и +45 м абс.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФ (№ 16-17-10103) и РФФИ (№20-05-00608).

С.Ю. Маленкина

Музей Землеведения МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛИЦОВОЧНЫХ КАМНЕЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Московский метрополитен не только главная транспортная артерия Москвы, но и замечательный геологический музей или каменная библиотека, где каждый кусочек камня является страничкой геологической летописи [1], он привлекает внимание геологов и любителей камня, ему посвящено много статей и материалов в интернете (даже специальные сайты, как например paleometro.ru). При этом никто еще не рассматривал каменное убранство метро глазами литолога. Стены и полы залов станций, их вестибюли и колонны облицованы породами самого разного состава и возраста, от докембрия до четвертичного периода. Среди декоративных пород явно преобладают метаосадочные и осадочные, преимущественно карбонатного состава (свыше 40 сортов только мрамора), использовано также более 50 видов магматических пород - гранитов, диоритов, габбро, лабрадоритов и др. Литолога, прежде всего, интересуют породы осадочного происхождения.

Наименее популярны у проектировщиков метро обломочные породы. Единственный пример – это кварцитопесчаники Шокшинского месторождения Карелии, находящегося на берегу Онежского озера, к юго-востоку от Петрозаводска. Они относятся к нижнепротерозойской шокшинской свите с возрастом 1800 млн. лет и представлены мономиктовыми или олигомиктовыми красноцветными кварцитопесчаниками. Красная окраска обусловлена наличием пленок гематита на зернах. В породах наблюдаются эпигенетические изменения, соответствующие в основном динамическому катагенезу и метакатагенезу, а также динамометаморфизму низких ступеней пренит-пумпеллиитовой субфации. Темно-малиновыми разностями с текстурами слоистости и поверхностями размыва отделаны пилоны станции

"Бауманская", вставки из них использованы в мозаичном панно в вестибюле станции метро «Площадь Революции» [2].

Другими древними породами являются розовые мраморы с южного побережья Байкала (месторождение Буровщина, Слюдянского района Иркутской области), в которых отмечаются прослои, линзы и будины зелёных кальцифиров и согласные жилы серых гранит-пегматитов. Мраморы крупнозернистые с переходами в средне- и мелкозернистые. Возраст их считался архейским, из-за высоких степеней метаморфизма (гранулитовая фация), но с 90-х гг. определяется как рифейский, считается, что это наиболее древние карбонатные породы, представленные в Московском метро [1]. Химический состав отличается присутствием глинозема, оксидов железа, марганца, щелочных металлов. Они содержат клинопироксен и скаполит, часто полевые шпаты, флогопит в виде полос и пятен и гнезда кальцита и использованы в отделке ряда станций: "Дмитровская", "Марксистская", "Третьяковская", переход со станции "Лубянка" на станцию "Кузнецкий мост", "Баррикадная", "улица 1905 года", "Сходненская", "Калужская", "Печатники" [3].

Менее измененные и более молодые мраморы Кибик-Кордонского месторождения Хакаской АО, в 25 км к югу от г. Саяногорск залегают среди метаморфических сланцев джебашской серии, считавшейся протерозойской (в последнее время – поздний рифей (?) – венд, возможно моложе), образуя крупную линзу субширотного простирания и крутого падения (60-70°), прорванную дайками диабазовых порфиров и биотитовых гранитов. Метаморфизованные в условиях зеленосланцевой фации карбонатные породы представлены мелко- и среднезернистыми кальцитовыми мраморами, часто содержащими примеси (до 10%) хлорита, серицита, кварца, гематита. Разноцветный, светло-серыми с желтоватым или бледно-розовым оттенком богатый разнообразием оттенков кибик-кордонский мрамор используется в облицовках с 1980-х гг., им отделаны станции "Домодедовская", "Крылатское", "Бульвар Дмитрия Донского" [3].

Уникальный по своим расцветкам розовый, с сеткой прожилок коричневого цвета, мрамор из Бираканского месторождения ("биробиджанский мрамор") использован в облицовке нескольких станций московского метро ("Сокол", "Аэропорт", "Белорусская" и др.). Месторождение расположено у станции Биракан (ЕАО, Дальний Восток), относилось к верхнепротерозойской (в настоящее время - венд-нижнекембрийской) мурандавской свите, также зеленосланцевой фации метаморфизма, залегающей в кровле раннепалеозойского гранитного массива. Оригинальными кембрийскими алтайскими мраморами также облицованы: ороктойским – станции "Автозаводская" и "Таганская" кольцевая, а пуштулимским – вестибюль станций "Парк культуры". Силурийский разноцветный газганский мрамор использовался на станциях "Добрынинская", "Комсомольская" кольцевая, "Кузнецкий мост", "Китай-город", "Проспект Вернадского", "Варшавская" и др.

В серо-голубых уфалейских мраморизованных известняках силура уже сохранились остатки фауны в отличие от вышеописанных мраморов [4]. Им украшены станции "Сокольники", "Чистые пруды", "Лубянка", "Павелецкая", "Курская" радиальная, "Площадь Революции", "Молодежная" и др. Красно-белые силурийские брекчированные нижнетагильские мраморизованные известняки, представленные на станциях "Белорусская", "Ботанический сад", "Динамо" [2], также содержат окаменелости - брахиопод, кораллов, губок, криноидей, мшанок.

Каменноугольный коелгинский мраморизованный известняк, которым облицованы многие станции метро, включает множество остатков фауны [4]. Подмосковными карбоновыми известняками, прошедшими лишь диагенез, облицованы фасады наземных павильонов станций метро "Сокол", "Динамо", "Спортивная", "Павелецкая", "Белорусская", "Октябрьская", "Парк культуры" [3].

Многочисленные мезозойские мраморизованные известняки Крыма, Грузии и Италии еще менее подвержены метаморфизму и радуют любителей камня разнообразными, хорошо сохранившимися остатками фауны [4].

Литература

1. Вахрушев В. А. Архитектура и искусство глазами минералога. Новосибирск: Наука, 1988. 80с.
2. Гурвич Е.М. Геологическая экскурсия по станциям Московского метрополитена // Маркшейдерия и недропользование, 2015. № 6 (80). с. 61-66.
3. Зверев В.Л. Метро московское. М.: Алгоритм, 2008. - 272 с.
4. Наугольных С.В. Палеонтологические объекты на станциях Московского метро // Природа. 2018. № 1. С. 52—58.

А.В. Милаш

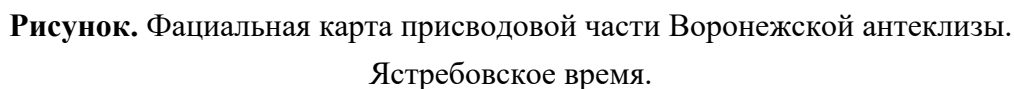
ВГУ, Воронеж

ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯСТРЕБОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИСВОДОВОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

На исследуемой территории образования ястребовского времени развиты практически повсеместно. Они с размывом залегают на отложениях живета, в единичных разрезах на докембрийских образованиях, перекрываются чаплыгинской свитой, меловыми или четвертичными отложениями [1–3].

На фациальной карте (рис.) ястребовского времени выделяется ряд зон прибрежной и мелководно-морской частей морского бассейна, а также переходных зон от морского бассейна к континенту.

Вдоль всей границы распространения отложений отмечаются зоны ШБ, связанные с локальными поднятиями доястребовского рельефа. Разрез в них представлен



ЭКЗОЛИТ – МОИП – МГУ

Это зоны VIA, разрез которых представлен переслаиванием вулканогенно-обломочных пород и аргиллитоподобных глин. Особенностью вулканогенных отложений является наличие в них ильменита с преобладающим размером зерен 0,2–0,6 мм.

На северо-востоке от зоны IIIA, IIIB находится зона IIA, IIB. Разрез в ней сложен аргиллитами, песчаниками и алевроито-глинистыми породами, образовавшимися в мелководно-морских условиях слабой (IIA), а также средней гидродинамической среды (IIB). В основном это тонко-мелкозернистые слюдисто-кварцевые пески, полимиктовые песчаники и алевролиты с прослоями глин. Частое переслаивание разных типов пород свидетельствует о периодических изменениях уровня бассейна. Здесь можно выделить ряд зон, связанных с локальными поднятиями и впадинами доястребовского рельефа. Максимальную площадь исследуемой территории занимает зона IIAB, отложения которой сформировались в прибрежно-морских условиях со слабой и средней активностью гидродинамического режима. Разрез практически нацело сложен пестроцветными глинистыми алевроитами. Юго-восточнее г. Брянска располагалась обширная впадина (зона IIA) в которой накапливались пестроцветные глины, плотные, неслоистые, в различной степени алевроитистые и песчаные.

Ястребовские отложения присводовой части Воронежской антеклизы формировались в различных условиях – лагунных, прибрежно- и мелководно-морских. Рассматривая фациальную карту можно с уверенностью сказать, что море двигалось с востока, северо-востока, а снос терригенного материала шел с юга и запада. Судя по составу отложений область сноса была сложена интенсивно выветрелыми среднедевонскими осадочными и докембрийскими кристаллическими породами. Характерной особенностью ястребовских образований является примесь в них пирокластического материала, поступавшего из действующих вулканов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00115 мол_а.

Литература

1. Милаш А.В., Савко А.Д. Литология девонских отложений юго-востока Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии : Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. Вып. 100, 2017. 131 с.
2. Савко А.Д. Геология Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии : Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. Вып. 12, 2002. 165 с.
3. Кононова Л.И., Овнатова Н.С., Ржосницкая М.А., Родионова Г.Д., Умнова В.Т., Федорова Т.И. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М. : Комитет РФ по геологии и использованию недр, 1995. 265 с.

А.И. Муллакаев

КФУ, Казань

РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ РЕЧНОЙ СЕТИ КАК ФАКТОР ГИПЕРГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Месторождения природных битумов в отложениях нижнепермского возраста на территории современной Республики Татарстан привлекали внимание еще с XVIII века. Первоначально их изучение было связано с использованием битумов в качестве горного масла и строительного материала. Битумонасыщенные зоны в палеозойских отложениях Татарстана подразделяются на два битумсодержащих комплекса: терригенный уфимский комплекс и терригенно-карбонатный казанский комплекс [1]. Особый промышленный интерес представляют скопления природных битумов, локализованных в шешминских отложениях. Шешминские отложения представлены песками и песчаниками, покрывкой служат глинистые породы нижнеказанского возраста. Большая часть месторождений приурочена к бассейну реки Шешма и расположены по обе стороны от русла на небольших глубинах в среднем до 80–150 м [1]. Зона дренажа речной системы оказывает влияние на нижележащие породные комплексы на многие метры, вплоть до первых сотен метров [2]. Ввиду неглубокого залегания и наличия речной системы, область распространения битумных месторождений попадает в зону активного гидрообмена и гипергенеза. Особую актуальность в связи с этим приобретают исследования, направленные на изучение влияния и степени проявления гипергенных процессов в пластовых системах месторождений природных битумов. Изменения могут происходить как в самих битумонасыщенных интервалах, так и в перекрывающих их флюидоупорах. Для шешминских битумонасыщенных песков такой покрывкой являются нижнеказанские лингуловые глины и их целостность – важный фактор. Оказавшись в зоне активного гидрообмена, они могут растрескаться и, перестать служить надежным флюидоупором, что приводит к еще большей деградации битума, увеличению доли тяжелой компоненты в нем и т.д.

Геоморфологическое строение типичных речных долин северного полушария, в результате действия силы Кориолиса, характеризуется ассиметричным профилем с крутым правым склоном и пологим левым [3]. Крутой правый берег сложен коренными породами, а пологий левый берег, часто осложнен террасами и сложен аллювиальными отложениями. Превышение высокого крутого склона р. Шешмы над пологим низким склоном может достигать от 50 до 100 м [4]. Таким образом, мощность молодых аллювиальных отложений оказывается меньше древних палеозойских (казанских и татарских) отложений. Кроме этого, два противоположных берега должны отличаться и по проницаемости. Это связано с тем, что строение отложений под левым берегом

осложнено наличием погребенной речной долины неогенового возраста [5], характерной для всех крупных рек. Складывается ситуация, при которой месторождения битумов расположенные по левую сторону от русла р. Шешма ограждены от гипергенного воздействия лишь высокопроницаемыми песчаными аллювиальными отложениями и небольшой мощностью нижележащих коренных пород, в то время как месторождения, залегающие под правобережем р. Шешма, перекрыты более мощной толщей древних морских отложений (рис.).

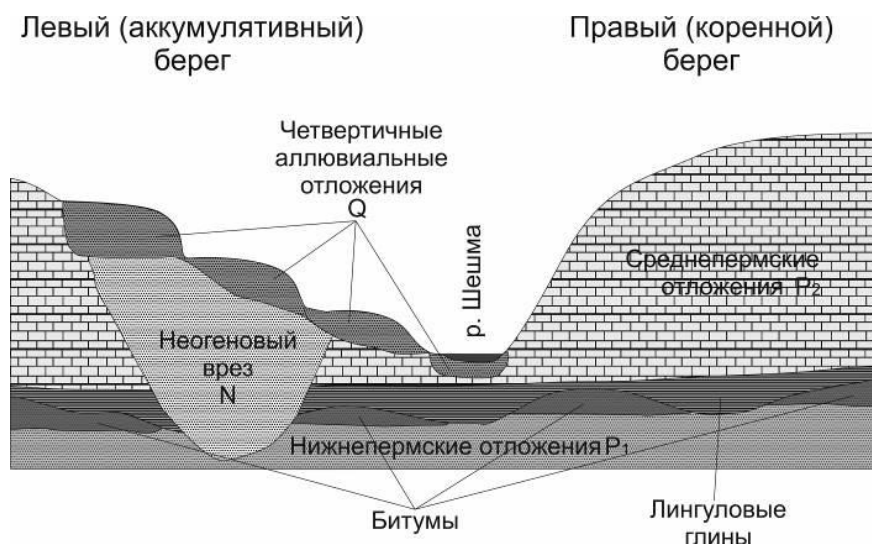


Рисунок. Схема залегания битумных месторождений шешминского горизонта в бассейне р. Шешма.

Таким образом, влияние гипергенных процессов распространено на изучаемой территории бассейна р. Шешма неравномерно. Относительно русла реки можно выделить две группы месторождений: левобережные и правобережные. Для месторождений первой группы характерной чертой может служить более деградированный состав углеводородов и невыдержанность покрышек, в то время как месторождения второй группы могут быть в лучших кондиционных параметрах пластовой системы. Это подтверждается и промысловыми данными, по которым месторождения второй группы в большинстве своем имеют «газовые шапки». Все это накладывает на процесс добычи природного битума особые сложности, но может быть использовано для выбора рациональных методик разработки и подбора будущих объектов промышленной разработки с минимизацией экологических и экономических рисков.

Литература

1. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений / Под ред. проф. Р.Х. Муслимова. – В 2-х томах. – Т.1. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2007. – 316 с.

2. *Перельман А.И.* Геохимия эпигенетических процессов (зона гипергенеза). – М.: Недра, 1965. – 272 с.
3. *Рычагов Г.И.* Общая геоморфология. – М.: Изд-во Моск. ун-та.: Наука, 2006. – 416 с.
- Сементовский В.Н.* Закономерности морфологии платформенного рельефа. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1963. – 170 с.
4. *Петрова Е.В.* Закономерности размещения неогеновых речных долин в пределах территории Республики Татарстан и их соотношение с современной речной сетью // Учен. Зап. Казан. Ун-та. Сер. Естеств. Наук. – 2008. – Т.150. – Кн.4. – С. 43-50.

В.Д. Немова

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Москва

ЛИТОГЕНЕЗ И ТЕХНОГЕНЕЗ НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Литогенез – совокупность природных процессов образования и постседиментационных изменений осадочных горных пород. Природные процессы протекают в естественных условиях без влияния человека, задачей которого являлось изучение современного состояния породы, расшифровка процессов постседиментационных преобразований и восстановление исходных условий осадконакопления. Такая схема исследований была достаточной для решения задач, стоящих перед литологами, но стремительное изменение мира ставит новые задачи: в процессе добычи полезных ископаемых всё большее развитие получают механические и химические методы воздействия на породы с целью повышения эффективности разработки. Изучение преобразований пород при техногенных воздействиях служит развитию технологий разработки и становится всё актуальнее. В этой связи, предлагается ввести еще одну стадию преобразований пород – «техногенез» – совокупность процессов преобразований горных пород под воздействием техногенных процессов. В отличие от естественных природных процессов, техногенное воздействие отличается относительной краткосрочностью и агрессивностью, приводящей к значительным изменениям органо-минеральных компонентов пород и емкостного пространства. Основы концепции техногенеза, как геохимического явления, предложены видными учеными А.Е.Ферсманом, А.И.Перельманом.

На примере верхнеюрских отложений Западной Сибири можно сравнить влияние на породы процессов литогенеза и техногенеза. Верхнеюрские отложения представляют собой нефтематеринскую толщу, в которой ритмично чередуются карбонатно-углеродисто-глинисто-кремнистые породы с тонкими прослоями кремнисто-карбонатных. Данные породы находятся в основном на стадии преобразований, соответствующей раннему катагенезу. Основные процессы преобразований,

установленные при изучении пород в шлифах и изотопных исследованиях карбонатных пород – это трансформация смектитов в иллиты, кристаллизация кремнезема до халцедона и опала-КТ, диа- и катагенетическая карбонатизация пород, частичное выщелачивание, пиритизация органических остатков, преобразование части твердого органического вещества в жидкие углеводороды. Благодаря данным естественным процессам нефтематеринские породы являются практически непроницаемыми и содержат в себе разобщенные поры, а кремнисто-карбонатные породы приобрели свойства коллекторов – обладают связанной нефтенасыщенной пористостью и проницаемостью.

Верхнеюрские отложения представляют собой интерес с точки зрения добычи ресурсов нефти, находящихся в низкопроницаемых нефтематеринских породах. Применяемые до настоящего времени технологии увеличения нефтеотдачи – гидроразрыв пласта (ГРП) – приводят к формированию техногенной трещиноватости пород и вовлечению в разработку сформированного в природных условиях трещинно-порового пространства маломощных кремнисто-карбонатных коллекторов, запасы нефти в которых не велики. Основной объем уже сгенерированной нефти верхнеюрских отложений сорбирован на молекулах керогена. Сорбционная сила, удерживающая молекулы нефти на керогене, настолько велика, что техногенное создание значительного перепада давления не позволяет ее преодолеть – нефть от породы в пластовых условиях не отделяется. Таким образом, при разработке верхнеюрских отложений с помощью широко применяемых в Западной Сибири технологий ГРП, основной объем ресурсов нефти остается в нефтематеринских породах, не вовлекаемых в разработку.

К новым технологиям, способным значительно повысить нефтеотдачу нефтематеринских пород, относится температурное воздействие, эффективность которого подтверждена многочисленными лабораторными экспериментами. Термическое воздействие на нефтематеринские породы приводит к частичному сгоранию органического вещества, десорбции молекул нефти от керогена, появлению трещиноватости в породах и миграции нефти. Для повышения эффективности технологии температурного воздействия на породы верхнеюрских отложений возникла необходимость анализа процессов изменения пород при техногенном воздействии, поскольку в промысловых условиях пока не удалось добиться эффекта, созданного при лабораторных экспериментах. Анализ многочисленных литературных источников и лабораторные эксперименты с нагреванием (горением) пород, а также изучение керн, отобранного после горения в пластовых условиях, позволили составить схему температурного техногенеза: органо-минеральных преобразований и емкостного пространства пород верхнеюрских отложений в зависимости от температуры (рис.). Схема раскрывает взаимосвязь температурного режима в породах с трансформацией емкостного пространства и нефтеотдачей, что будет способствовать оптимизации технологии воздействия на породы с целью формирования техногенной емкости в

низкопроницаемых нефтематеринских породах и создания условий для миграции нефти в коллектор.

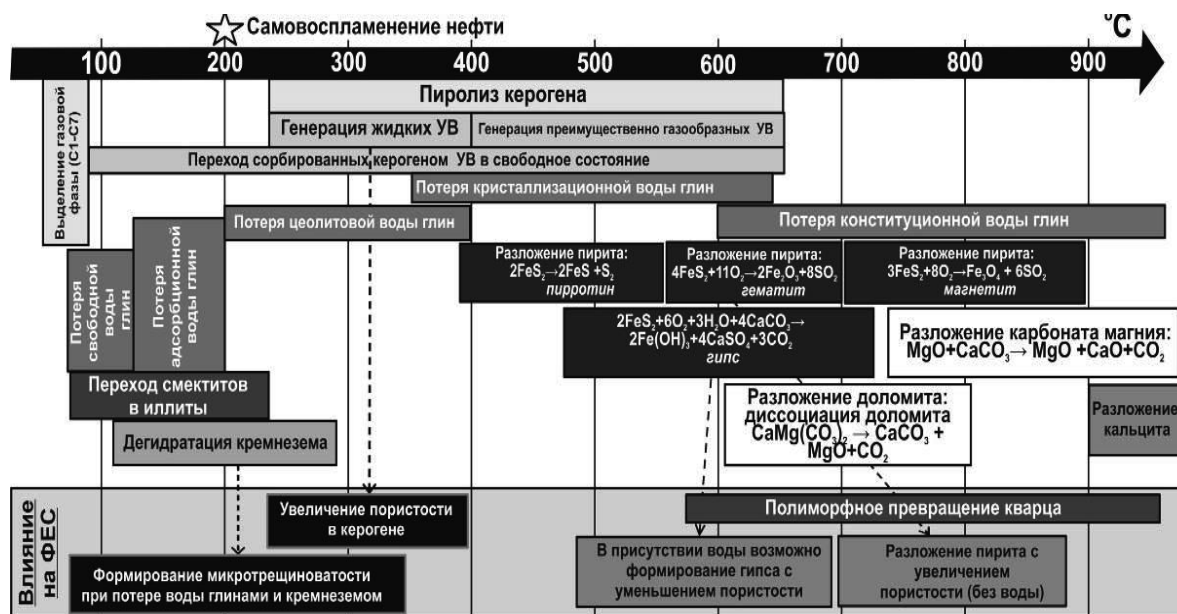


Рисунок. Схема преобразований компонентов верхнеюрских отложений при термическом техногенезе.

И.И. Никулин

ООО «Норильскгеология», Санкт-Петербург

ИСТОРИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ДОВИЗЕЙСКИХ ЛАТЕРИТОВ КМА

Детально изучен, впервые обобщён и систематизирован весь фонд информации по литологии, минеральному и химическому составу раннефанерозойских железорудных кор выветривания (КВ) [1], развитых на породах железисто-кремнисто-сланцевой формации КМА. Богатые железные руды (БЖР) изучены как единый осадочно-элювиальный генетический комплекс с позиций генетической минералогии железорудных комплексов фанерозойского гипергенеза, исследованного А.Д. Савко в пределах Воронежской антеклизы [2], с элементами стадийного (историко-генетического) анализа. В результате историко-генетического анализа разработана литолого-генетическая модель формирования залежей БЖР. Выделены четыре основных этапа формирования гипергенных железных руд в бассейне Курской магнитной аномалии [3]: 1) досреднедевонский долатеритный, 2) допозднелизвийский латеритный, 3) среднелизвийский диагенетический и 4) постлизвийский эпигенетический (постлизвийский).

Долатеритный этап выветривания (додевонское время) происходил, когда на джеспилитах сформировались преимущественно красноцветные глинистые БЖР небольшой мощности, по трещинам в магнетитовых роговиках – мартитовые, а на межрудных сланцах – гидрослюдисто-каолининовый профиль выветривания. Фрагменты коры гидрослюдисто-каолинового типа сохранились в восточной части Белгородской области (Старооскольский район) и на севере Курской и Орловской областей (Михайловский и Новоялтинский районы).

Джеспилиты, магнетитовые роговики и гематито-магнетитовые кварциты слагают различные подсвиты коробковской свиты, которая является частью курской серии. Фациальным анализом Н.А.Плаксенко установил, что они формировались в едином морском бассейне [4]. В составе пород коробковской свиты курской серии кроме мощных железисто-кремнистых пород, присутствуют межрудные сланцы. Их постоянное наличие в толще железистых кварцитов позволило И.Н.Щеголеву отнести коробковскую свиту к железисто-кремнисто-сланцевой формации [5].

Широкомасштабное формирование мартитовых и железослюдковых залежей произошло в довизейское время. Однако известны керновые пробы БЖР с поздевизейскими признаками формирования, которые на границе тульского и алексинского времени произошло замедление опускания территории в пределах Белгородского района, а на отдельных участках водоразделов с латеритным покровом – кратковременные мало амплитудные поднятия, что привело к осушению уже частично преобразованной коры выветривания и её переотложенных продуктов. Первые попытки обосновать латеритизацию джеспилитов и магнетитовых кварцитов и роговиков были предприняты С.И.Чайкиным [6]. Исследована В.Н.Клеклем литология залежей БЖР преимущественно Белгородского рудного района [7], в частности, им обоснованы линейные формы залежей в зависимости от типа складок материнских пород курской серии.

Нами эти идеи обобщены, особенности литологии всех залежей БЖР КМА систематизированы и обоснованы прецизионными лабораторно-аналитическими исследованиями. Выяснено, что унаследованный из материнских пород гематит, новообразованный по магнетиту мартит, сформированные за счёт разложения силикатов, частично магнетита, гётит и лептогематит, а также бертьерин-1Н, тяготеющий к нижним частям профилей выветривания. Появление бертьерин-1Н связано с коллоидами железа и при главенствующей роли водных растворов, вымывавших подвижные минеральные компоненты материнских пород, и формировавших в их в крупных синклинальных структурах (седловидных или в виде шарниров) карстовые полости. Для коры выветривания межрудных сланцев характерны гиббсит и бёмит, а также отмечен каолинит. Новообразованные минералы, как правило, сохраняют реликтовые текстуры материнских пород. Секреционные минералы формировались в порах и трещинках рыхлых пород в результате дополнительного

привноса вещества. Секреционные минералы образуют несогласные пятнистые, гнездовые, линзовые и ложнополосчатые формы БЖР. При этом на стенках пор, трещин и в щелевидных пустотах формируются плёнки, корки, друзы, жеоды, секреты, почковидные радиально-лучистые и колломорфные агрегаты. Все новообразования приурочены к определённым, различным типам руд. Выделены месторождения богатых железных руд (БЖР), которые приурочены к семи типам структур докембрийских пород, подвергшихся фанерозойскому выветриванию: 1) По моноклинально залегающим железистым кварцитам, слагающим крылья крупных синклиналей открытого типа (к крутопадающим моноклиналям - Курбакинское и Роговское месторождения, а также Яковлевский и Покровский участки Яковлевского месторождения; к пологозалегающим моноклиналям (несколько гофрированным пологой складчатостью) - Беленихинское и южная часть Висловского месторождения; 2) На многочисленных субвертикальных выходах джепилитов по флексурно-осложненным моноклиналям субвертикального залегания джеспилитов БЖР образуют на Михайловском месторождении площадные покровы; 3) По сложноскладчатым шарнирам крупных синклинальных структур - Лучкинский и Южный участки Гостищевского, Лебединское, Стойленское, Большегромоуцкое и Шемраевское месторождения; 4) На протяжённых, изоклинального или открытого типа, синклиналях, сложенных железистыми кварцитами - большинство участков Гостищевского месторождения, северный и южный участки Дичнянско-Реутецкой структуры и Огибнянское месторождение; 5) На брахисинклинальных складках железистых кварцитов небольшой и средней мощности – Дичнянско-Реутецкое, Чернянское и Погромецкое месторождения (в горстовых блоках); Белгородское, Разуменское, Гремяченское и Топлинское месторождения (в прогнутых частях синклинориев); 6) На Гостищевско-Соловьевском и Малиновском участках БЖР развиты по выходам на древнюю дневную поверхность железистых кварцитов, слагающих антиклинальные структуры; 7) По комбинированным структурам докембрийских пород курской серии малозначительные участки. Таким образом, в латеритную стадию преобразованные породы курской серии прошли обогащение и сформировали залежи, рассматриваемые нами как месторождения.

В диагенетическую стадию (послеобриковское время) при смене тектонического режима началась литификация довизейских латеритов, а также произошли первые покровы морскими отложениями. Эти процессы обусловили развитие в верхних частях залежей БЖР сидерита первой генерации и других карбонатов, а также бертьерин-1М, шамозита и других незначительно проявившихся минералов. Стадию литификации подробно описал В.И. Сиротин [8]. Им выяснены различные фации гидроморфных условий и начала диагенетических преобразований латеритного покрова пород курской серии КМА. Его коллегами проанализированы частичный размыв пород и снос железорудного терригенного материала. Наибольшие мощности залежей БЖР сохранились на юго-западе КМА за счёт карстовых депрессий, которые явились

гидрохимическими ловушками, препятствующими масштабному размыву кор выветривания железистых кварцитов. Они способствовали сохранности гигантских запасов самых богатых железных руд КМА - закарстованность пород курской серии сохранила их от интенсивного размыва.

Современный облик БЖР обусловлен эпигенетическими трансформациями минерального и химического состава довизейских латеритов за счёт общей погруженности территории под морским бассейном, трансгрессирующим из Днепровско-Донецкой впадины, начиная со средней юры и вплоть до неогена. Обширное затопление залежей латеритов образовало окисно-карбонатный геохимический барьер в верхней части профиля, что фиксируется по частичному преобразованию гематита в магнетит (мушкетовит). В итоге БЖР приобрели новые текстуры: массивные за счёт сидеритизации, а бертьеринизация повлекла за собой полосчатые и паутинообразные текстуры. По трещинам и сколам происходили сульфидизация и кальцитизация. Бертьерин занял главенствующую роль среди силикатов. Руды в зависимости от слагающих их минералов приобрели различную плотность в результате неравномерной цементации в верхних зонах залежей.

Литература

1. Никулин И.И. Геология и генезис месторождений гипергенных железных руд (на примере Курской магнитной аномалии): дисс. д-ра геол.-минер. наук: 25.00.11. Воронеж, 2017. 412 с.
2. Савко А.Д. Фанерозойские коры выветривания и связанные с ними отложения Воронежской антеклизы, их неметаллические полезные ископаемые: дисс. ... д-ра геол.-минер. наук: 04.00.21. Воронеж, 1984. 551 с.
3. Никулин И.И., Савко А.Д. Железорудные коры выветривания Белгородского района Курской магнитной аномалии // Тр. НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та. Вып. 85. 2015. 102 с.
4. Плаксенко Н.А. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1966. 264 с.
5. Щеголев И.Н. Железорудные месторождения докембрия и методы их изучения. М.: Недра, 1985. 197 с.
6. Чайкин С.И. Условия образования богатых железных руд Курской магнитной аномалии // В сб.: Латериты. М.: Недра, 1964. С. 89–104.
7. Клекль В.Н. Большетроицкое месторождение / И.Н. Леоненко, И.А. Русинович, С.И. Чайкин // В кн.: Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии, Т. III, Железные руды. М.: «Недра», 1969. С. 181–191.
8. Сиротин В.И. Закономерности визейского бокситообразования (на примере КМА и других провинций Русской платформы): дисс. д-ра геол.-минер. наук: 04.00.21. Воронеж, 1988. Т. 1. 353 с.

И.И. Никулин

ООО «Норильскгеология», Санкт-Петербург

МЕТОДОД ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПРЕССНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ СЛОИСТЫХ СИЛИКАТОВ ИЗ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ФРАКЦИЙ

Исследованы зарубежные и отечественные методики разделения суспензий, содержащих тонкодисперсную твердую фазу. Предложены два способа отмучивания фракции мельче 0,001 мм. Рассмотрены способы выделения твердой фазы из глинистой суспензии и предложены некоторые приемы по их усовершенствованию с учётом полученных результатов исследования. Наиболее эффективными приемами выделения можно считать принудительную сушку, выполняемую без увеличения комнатной температуры, и отжим при помощи сверхскоростной центрифуги с центробежным типом осаждения.

Из сравнения дифрактограмм каждому литологу становится очевидным, что применение различных химических и электрических воздействий для ускорения выделения глинистой составляющей из пробы, искажает в той или иной мере истинный фазовый состав глин, или не дает существенных преимуществ перед обычным отмучиванием. Проведенные исследования показали, что при подготовке к дифрактометрическому или какому-либо другому лабораторному виду анализа глин не следует применять электрофорез, а также использовать различные химические обработки, рассчитанные на ускорение коагуляции вещества. В таких случаях целесообразно ограничиться обычным отмучиванием с предварительным распариванием образца на водяной бане. Для выделения и подготовки к лабораторным анализам глинистой фракции мельче 0,001 мм в больших масштабах наиболее целесообразно использовать центрифугирование с большим запасом полиэтиленовых колб. Применение центробежной центрифуги позволяет в десятки раз ускорить лабораторный процесс при минимальных воздействиях на глинистые минералы.

Сушкой принято называть процесс удаления влаги из материалов за счёт испарения. Обычно по литературным источникам под оптимизацией процесса испарения понималось лишь увеличение интенсивности процесса сушки с сохранением кристаллохимических характеристик глинистых минералов. В простых условиях этот процесс осуществляется только в тех случаях, если к поверхности подводится тепло и за счёт этого парциальное давление паров воды у поверхности больше их парциального давления в окружающей среде. Парциальное давление на поверхности можно создать различными способами: конвекцией от нагретого воздуха, тепловым излучением от нагретых поверхностей, пропусканием через влажное тело переменного электрического тока, кондукцией при непосредственном соприкосновении влажного тела с нагретой поверхностью и другими способами. Так как при сушке для глинистой суспензии

приемлем узкий температурный режим (не выше 30–35 °С), то нами использовался приём, который даёт высочайшую эффективность при гораздо низких температурах [1].

Одним из распространенных промышленных способов разделения неоднородных жидких систем, особенно в вирусологии, является центрифугирование, осуществляемое в специальных машинах – центрифугах. В центрифугах происходят процессы отстаивания и фильтрации в поле центробежных сил, поэтому центрифуги – это более эффективные системы для разделения неоднородных суспензий. По принципу действия нами предлагается использовать «отстойный» тип центрифуги с центробежным типом осаждения [2]. Для отработки приёма выделения глинистого материала из суспензии путём отжима эксплуатировалась высокоскоростная центрифуга с большим объёмом загрузки ОС-6М отечественного производства. Использовались суспензии, в которых отмученная фракция внешне полупрозрачная в воде не могла осесть почти год.

Выяснено, что наиболее эффективный режим эксплуатации с угловым ротором производится при следующих параметрах: $T_{\text{ср}} = +22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $N = 5500\text{ об./мин.}$ Ротор позволяет загружать за один сеанс восемь колб с общим объёмом до 720 мл. Типоразмер колб выбран неслучайно, т. к. позволяет применять широко распространенные пластиковые одноразовые «чайные» ложки. С помощью «чайных» ложек после 2-3 минут центрифугирования собирается со дна колбы отжатая от воды глинистая фракция.

Таким образом, скорость выделения глинистой фракции из водной суспензии после отмучивания с применением отжима оказывается примерно в 20 раз выше, чем при выдуве в батарейных стаканах. Кинетическая энергия, развиваемая центрифугой, позволяет даже выделять из суспензии глинистые частицы, поведение которых можно охарактеризовать как броуновское и не коагулируемое. В таких суспензиях после отмучивания обычно очень малый процент глинистой составляющей, не способной коагулировать и оседать в обычных комнатных условиях. Нам же теперь удаётся выделять глинистые минералы даже при их содержания в образцах менее 2%.

Литература

1. Никулин И.И. Экспресс-приемы выделения тонкодисперсных минералов из цемента осадочных пород // Вестник ВГУ, Серия: Геология, 2010. № 1, С. 286-292.
2. Шкоропад Д. Е. Центрифуги для химических производств. М. : Машиностроение, 1975. 248с.

М. Ю. Овчинникова

ВГУ, Воронеж

ЗОНАЛЬНОСТЬ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ КМА

С корами выветривания (КВ) КМА связаны крупные месторождения богатых железных руд (БЖР). Месторождения БЖР КМА сложены додевонскими

(Михайловский район), девонскими (Оскольский район) и позднегурнейско-ранневизейскими КВ (Белгородский район) [1]. Наиболее полный профиль выветривания представлен в таблице.

В связи с различными климатическими, геоморфологическими и тектоническими условиями на территории КМА в девонское время формирование БЖР происходило уже в зоне гидратации (Михайловский рудный район), продолжалось в зоне гидролиза (каолинитовой, бертьериновой, Оскольский рудный район), и достигло своего максимума в раннекаменноугольное время с формированием латеритного профиля

Схема зональности КВ железистых кварцитов КМА

Таблица

Зона КВ		Литологические признаки зон	Минеральный состав пород зон КВ
IV – конечного гидролиза	Подзона карбонатизации	Рыхлые и массивные руды, сохранившие текстурных признаков Мартитовые, гидрогематит-мартитовые, мартит-гетитовые и гетит-гидрогематитовые разновидности.	Мартит, железная слюдка, гидроокислы железа, бертьерин, шамозит, карбонаты, сульфиды, кварц (реликты).
	Подзона шамозитизации		
	Подзона бертьеринизации		
III – конечного разложения		Уплотненная пестро окрашенная порода, практически утратившая структуру и текстуру материнской породы, (встречаются полосчатые разности), состоящая из окислов и гидроокислов железа.	Мартит, железная слюдка, реликты магнетита, каолинит (редко), гидроокислы железа, бертьерин.
II – промежуточного разложения (обширной гидратации и окисления)		Измененная, осветленная порода, нередко еще сохраняющая структуру и текстуру материнской породы, с наблюдающейся по трещинам концентрацией окислов железа, <i>мощность, чаще всего 10–15 м. Представлена полуокисленными разновидностями БЖР.</i>	Частичная мартитизация магнетита, с частичным растворением кварца и силикатов, интенсивная дезинтеграция. Основные минералы: Мартит, железная слюдка, магнетит, кварц, каолинит (редко), бертьерин,
I – начальной дезинтеграции		Зона частично наследует минеральный состав материнских пород и сохраняет их текстурные особенности. Мощностью от 1 до 30 м. Подошва КВ неровная с плавной мартитизацией железистых кварцитов на глубины до 15 м, а по тектоническим нарушениям она достигает 30 м	Частичное замещение магнетита мартитом, частичная хлоритизация силикатов; кварц образует округло-изометричные зёрна

Белгородского района, характеризующегося обогащением верхней зоны и профиля свободными окислами и гидроокислами Fe, Al, Ti. В этом же направлении увеличиваются мощности и разнообразие руд, а также содержание в них железа [2].

В Михайловском районе содержание железа самое низкое и составляет 32,6–42,9 % [3]. В Оскольском районе плотные руды преобладают над рыхлыми, среднее содержание железа в них 50–56 %. Наиболее богатыми по содержанию железа являются рыхлые железослюдковые и железослюдково-мартитовые руды со средним содержанием железа 60–65 %, преобладающие в Белгородском районе [2]. Типы руд определяются составом исходных пород, степенью их выветрелости, а также диагенетическими и эпигенетическими процессами.

Литература

1. Никулин И. И., Савко А. Д. Железорудные коры выветривания Белгородского района Курской Магнитной аномалии // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. Вып. 85. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2015. 102 с.
2. Меркушова М. Ю., Никулин И. И. Сравнительный анализ богатых железных руд Белгородского и Старооскольского железорудных районов КМА // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2015. № 4. С. 107–113.
3. Железные руды КМА. Гл. ред. В. П. Орлов. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2001. 616 с.

Т.Н. Пинчук, В.П. Чаицкий
КубГУ, Краснодар

ВЕРХНЕЮРСКИЕ КРАСНОЦВЕТНЫЕ ФАЦИИ ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Изучение красноцветных отложений приобретает в настоящее время практическое значение, поскольку установлена их перспективность в отношении нефтегазоносности и сульфатоносности, а глины являются прекрасным утяжелителем растворов при бурении скважин. В связи с этим нами предпринята попытка выявить положение красноцветной формации в пространстве, ее форму, размеры и строение, фациальную и тектоническую обстановку накопления осадков (рис.).

В Предкавказье красноцветы изучали А.Е.Ткачук, Н.Е.Митин, В.П.Чаицкий, С.И.Воронина и другие. Основное внимание исследователи уделяли обоснованию возраста, вопросам стратиграфии и литологии. Региональные исследования были проведены с целью выявления бокситоносности (С.И.Седенко и др.), соленосности (В.И.Седлецкий и др.), и истории геологического развития Северного Кавказа в позднеюрское время (В.Е.Хаин, 1968). В результате бурения в Предкавказье глубоких скважин был получен фактический материал, который позволил выделить красноцветную формацию как самостоятельное тело (без сульфатно-галогенной и карбонатной формации), детализировать и пересмотреть условия залегания и

образования красноцветных пород поздней юры. Красноцветные отложения в качестве самостоятельной формации на Скифской плите выделены Н.Е.Митиным (1964).

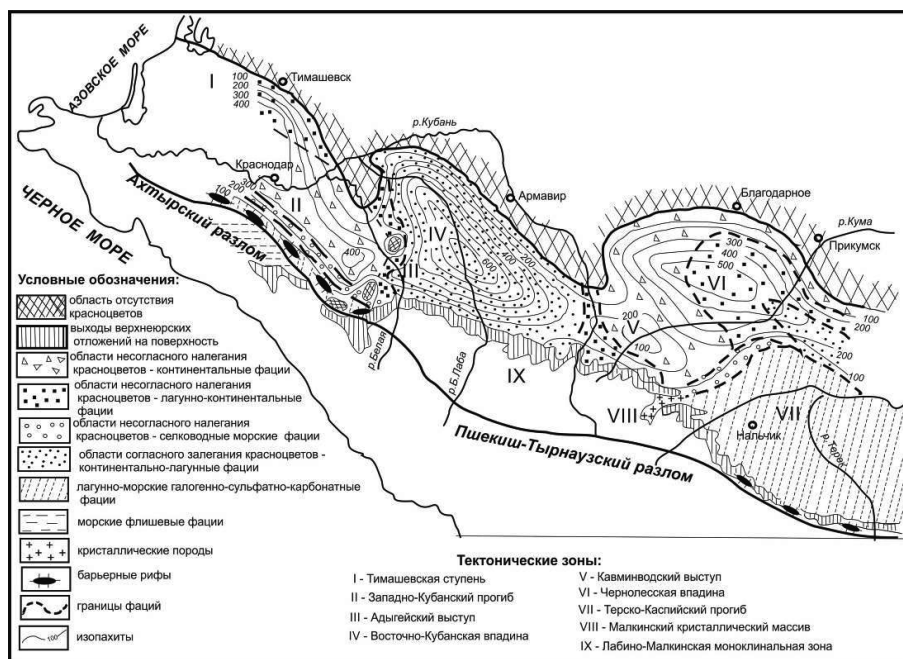


Рисунок. Схема распространения красноцветной формации поздней юры Предкавказья.

Красноцветная формация образует непрерывный ряд заливообразных в плане и линзообразных в сечении тел. Наиболее крупные и них приурочены к Западно-Кубанскому прогибу, Восточно-Кубанской и Черноресской впадинам. Красноцветная формация образовалась на крае эпигерцинской платформы в предгорных условиях. Латеральные границы ее нечеткие, кроме северной. Область накопления красноцветных отложений с севера ограничивалась сушей, возникшей в результате общего поднятия платформы и формирования горных сооружений, а с юга лагунно-морским бассейном, отделенным от моря рифовыми барьерами, который приурочен к Пшекиш-Тырнаузскому глубинному разлому и его западному и восточному продолжениям. Е.Е.Милановский и В.Е.Хаин (1963) считают, что эта зона глубинных разломов служила краевым швом на границе Большого Кавказа с эпигерцинской платформой. Южнее этого шва был развит узкий флишевый прогиб, в котором накапливались морские отложения, сохранившиеся от размыва только западнее р. Пшеха на северном и южном склонах Большого Кавказа.

Верхняя граница красноцветной формации определяется сменой красноцветных отложений карбонатной толщей титон-берриасского возраста. Развита карбонатная толща и обнажения западнее р. Белой и между реками Малый Зеленчук и р. Малка. На юго-восточном склоне Кавминводского выступа, обращенном к Терско-Каспийскому

прогибу, под карбонатной толщей появляется сульфатно-галогенная, которая перекрывает красноцветную формацию. Переход между последними толщами постепенный. На остальной территории красноцветная формация перекрывается различными ярусами нижнего мела.

Красноцветные отложения органических остатков не содержат, поэтому возраст их устанавливается по стратиграфическому положению в разрезе. Верхняя возрастная граница устанавливается отчетливо по появлению перекрывающей и фаунистически охарактеризованной морской карбонатной толщи титон-берриасского возраста. Определение положения нижней возрастной границы затруднено вследствие широко развития следов размыва в подошве. В обнажениях красноцветные отложения и залегающие под ними сульфатно-галогенные образования подстилаются нижнекимериджскими известняками, охарактеризованными фауной в единичных скважинах и обнажениях. В связи с этим возраст красноцветной формации может быть установлен в пределах позднего кимериджа-раннего титона.

Строение фаций красноцветной формации изменяется по площади (см. рис.). По условиям залегания и образования различаются согласные континентально-лагунные и несогласные мелководно-морские, лагунно-континентальные и континентальные типы разрезов. Континентальные красноцветные отложения получили развитие на территории Западно-Кубанского прогиба, Кавминводского выступа и обрести обрамления Чернолесской впадины.

В.И. Попков, И.Е. Дементьева

КубГУ, Краснодар

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ВОЗРАСТ БИРКУТСКОЙ СВИТЫ ГОРНОГО МАНГЫШЛАКА

Среди геологов, изучавших Горный Мангышлак, давно дискутируется вопрос о возрасте биркутской свиты, обнаженной на дневной поверхности [1], относимой ранее к верхней перми, однако некоторыми исследователями высказывается мнение о раннетриасовом возрасте слагающих ее пород. Связано это, прежде всего, со слабой палеонтологической охарактеризованностью разреза. Полагаем, что способствовать решению этой проблемы может способствовать литологическое изучение пород и выяснение условий их формирования.

Породы биркутской свиты имеют ограниченное распространение и до недавнего времени были известны лишь в пределах хребта Западный Каратау, где ими сложена сводовая часть Отпанской антиклинали. Более поздними работами отложения биркутской свиты выявлены и в районе Бесшокинской антиклинали в Восточном Каратау, а также вскрыты картировочными скважинами на Горном Мангышлаке [1].

Представлена свита в основном дымчато-зеленовато-серыми аргиллитами, реже серовато-зелеными и буро-фиолетовыми с прослоями кварцево-слюдистых алевролитов и редко песчаников. Видимая мощность свиты на Западном Каратау 400 м, на Восточном – 120 м. Контакт с вышележащей отпанской свитой обычно описывается как согласный. Нижняя граница свиты ни в обнажениях, ни в скважинах не установлена.

Кластический материал песчаников и алевролитов представлен кварцем (до 30-35 %), полевыми шпатами (до 20 %), в меньшем количестве обломками кварцитов, кремнистых, серицито-кремнистых и эффузивных пород кислого, реже основного состава. Форма зерен обычно угловато-окатанная, полуокатанная, нередко зерна регенерированы. Цемент состоит преимущественно из мусковита, хлорита, серицита, кварца и кальцита. Количество цемента в породе составляет 15-45 % (то есть породы близки к литокластовым грауваккам).

Глинистые разности превращены в хлорито-серицитовые сланцы, параллельная ориентировка новообразованной слюды и турмалина создает сланцевую текстуру, секущую часто первоначальную осадочную слоистость.

Возраст биркутской свиты окончательно не установлен. Некоторые исследователи считают возможным, основываясь на данных палинологии, отнести их к нижнему триасу [2, 3]. В 90-е годы из отложений биркутской свиты был получен спорово-пыльцевой комплекс, указывающий, по заключению Н.И.Филипповой и Л.М.Попоминой, на пермский возраст вмещающих отложений. В статье Н.Н.Нуралина и др. [4] приводится ссылка на данное заключение, но уже говорится о позднепермском возрасте биркутской свиты, что, на наш взгляд, не совсем корректно. В.Р.Лозовский и др. [3], обосновывая раннетриасовый возраст свиты, в качестве одного из доказательств ссылаются на работу Н.Н.Нуралина и др. [4], добавляя при этом, что этот «...исключительно бедный спорово-пыльцевой комплекс..., по заключению Н.И.Филипповой и Л.М.Попоминой, как будто указывает на позднепермский возраст» [3, с.92]. Поддерживает эту точку зрения и В.В.Липатова в одной из своих работ [5], но в стратиграфической схеме, приведенной в этой же статье, отпанская свита (на наш взгляд, справедливо), ею сопоставляется с каражанбасской, в которой, как известно, обнаружены спорово-пыльцевые комплексы верхней перми, на основании чего этот же автор относит каражанбасскую свиту к верхней перми. Следует также упомянуть находку флоры лепидофитов из верхов биркутской или низов отпанской свиты на Восточном Каратау, возраст которой Т.А.Сикстель считает не моложе ранней перми [6].

Принципиально важно отметить, что по составу кластического материала, морскому генезису и степени постдиагенетических преобразований отложения биркутской свиты очень напоминают сероцветный пермо-карбон (?), вскрытый в различных тектонических зонах Южного Мангышлака и подробно описанный ранее [6, 7, 8, 9, 10]. Можно полагать, что биркутская свита имеет раннепермский возраст и принадлежит к верхнему структурному ярусу фундамента, сорванного и

дислоцированного в сложную систему складок вместе с вышележащими отложениями пермо-триаса. Отметим также, что в пределах Арало-Каспийского региона морские отложения позднепермского возраста не известны.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 19-05-00165_а.

Литература

1. Попков В.И. Основные черты тектоники Мангышлакской системы дислокаций // Новые направления нефтегазовой геологии и геохимии. Развитие геологоразведочных работ: сб. науч. ст. по материалам II Междунар. науч. конф. / отв. ред. И. С. Хопта. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2019. С. 329–335.
2. Лозовский В.Р., Добрускина И.А., Виноградова К.В. Есть ли верхнепермские отложения на Горном Мангышлаке? // Известия вузов. Геология и разведка. 1986. № 9. С. 92–95.
3. Лозовский В.Р. Стратиграфия ниже-среднетриасовых отложений Горного Мангышлака // Известия вузов. Геология и разведка. 1974. № 8. С. 12–22.
4. Нуралин Н.Н., Иваньшин Б.Ф., Джаминов К.К. К стратиграфии Мангышлакского Каратау // Известия АН Каз. ССР. Серия геологическая. 1979. № 3. С. 63–68.
5. Липатова В.В., Волож Ю.А., Жидовинов С.Н. Новые данные по стратиграфии доюрского комплекса полуострова Бузачи // Известия АН Каз.ССР. Серия геологическая. 1984. №1. С. 29–35.
6. Попков В.И., Попков И.В. Структурно-формационная характеристика верхнепалеозойских отложений запада Туранской плиты // Геология, география и глобальная энергия. 2019. № 4(75). С. 9–17.
7. Попков В.И., Янаскурт О.В., Клычников А.В. Доюрские образования Песчаномысско-Ракушечной зоны Южного Мангышлака // Бюллетень МОИП. Отделение геологии. 1984. Вып. 4. Т. 59. С. 95–101.
8. Попков В.И., Янаскурт О.В., Демидов А.А. Особенности строения фундамента Мангышлака // Известия АН СССР. Серия Геологическая. 1986. № 5. С. 135–143.
9. Попков В.И., Янаскурт О.В., Демидов А.А. Возраст пород фундамента Южного Мангышлака // Известия АН СССР. Серия Геологическая. 1989. № 10. С. 125–128.
10. Попков В.И., Попков И.В. Литодинамические комплексы палеозоя запада Туранской плиты // Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики. Том 2. ЛП Тектоническое совещание. 28 января - 1 февраля 2020. М.: ГЕОС, 2020. С. 166–170.

В.И. Попков, И.В. Попков
КубГУ, Краснодар

ХАРАКТЕР ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ГРАНИТОВ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД ПАЛЕОЗОЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ОЙМАША

Месторождение Оймаша, открытое в 80-х годах прошлого века, примечательно тем, что здесь промышленные скопления углеводородов открыты не только в

нижнеюрских и триасовых осадочных отложениях, но и в породах фундамента. При этом основные запасы нефти сосредоточены в каменноугольных гранитах, внедренных в метаморфические толщи палеозоя [1, 2].

Породы фундамента вскрыты бурением непосредственно под отложениями среднего триаса на глубинах 3550 – 3650 м. Представлены они первично терригенными отложениями, метаморфизованными на стадии хлорит-мусковитовой субфации фации зеленых сланцев регионального метаморфизма и прорванных магматическими телами основного и кислого составов.

Метаморфические породы прорывает гранитная интрузия. Граниты лейкократовые серые и светло-серые, мелко- и среднезернистые. Состав их обычен: примерно в равных соотношениях (по 30 – 35 %) присутствуют кварц, олигоклаз и ортоклаз. Возраст гранитов, определенный калий-аргоновым методом [3], колеблется от 250 до 320 – 340 млн. лет. Скважиной Оймаша-18 и -31 граниты вскрыты непосредственно под отложениями среднего триаса, верхние несколько метров переработаны процессами выветривания и представляют собой гранитный развал (дресвяник). В приконтактной зоне интрузии встречены кварц-хлорит-актинолитовые роговики, а в скв. Оймаша-11 в интервале глубин 3897 – 3902 м – кордиеритовый роговик с биотитом. Крупные включения кордиерита (до 2 мм) погружены в массу с гранолепидобластовой структурой, состоящей из чешуек ярко-коричневого биотита размером от 0,05 до 0,5 мм. Между чешуйками заключен микрогранобластовый кварц и тонкораспыленное графитистое вещество. Пятнистые включения кордиерита составляют около 50 % породы. Последнее указывает на то, что данная скважина прошла в непосредственной близости от интрузивного массива. Не исключено, что и скв. Оймаша-17 находится в близких условиях: здесь в интервале глубин 4120 – 4230 м в углеродисто-кварцево-слюдяном сланце обнаружены следы ороговикования, выразившиеся в образовании пятнистых кварцевых стяжений, линз и розеток (величиной 0,05 мм) из слабоплеохроирующей слюды (возможно, стильпномелана).

Граниты и метаморфические породы рассечены жильными телами различного состава [4, 5]. Так, скв. Оймаша-9 в интервале глубин 3705 – 3712 м, скв. 16 (интервал 3930 – 3939 м), 1-Э и др., подсечены дайки диабазового порфирита. Порода не метаморфизована. В скв. Оймаша-12 в интервале 3646 – 3655 м отмечено пластовое тело (или шток) кислого состава, рвущее граниты.

В ряде случаев отмечаются зоны брекчирования, милонитизации пород. Наиболее мощная зона трещиноватых и выветрелых гранитов подсечена скв. Оймаша-12, которая на глубине 3588 вскрыла метаморфические сланцы, а с глубины 3640 м и до забоя (3906 м) – интенсивно трещиноватые и выветрелые граниты, легко разламывающиеся в руках. Скорость проходки по ним обычными долотами достигала 40 – 42 м/сут. В разрезе горизонты катаклазированных гранитов чередуются с более плотными разностями. Соответственно меняется и степень их вторичной измененности, выветрелости.

Скважина вошла в фундамент на 318 м, но и на забое были подняты трещиноватые выветрелые граниты, содержащие подвижную нефть. Столь большая мощность дезинтегрированных пород фундамента характерна для линейных кор выветривания, приуроченных к разрывным нарушениям. При этом выветриванию гранитов могли способствовать как гидротермальные растворы, поступающие снизу, так и атмосферные воды, проникающие по зоне повышенной трещиноватости в период предтриасового размыва. Не исключено также поступление атмосферных вод на глубину и по зоне контакта интрузии с вмещающими породами, о чем может свидетельствовать, к примеру, выветрелость гранитов из верхней части массива, поднятых в скв. Оймаша-9 и -10.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что на площади Оймаша вскрыты первично-терригенные породы, метаморфизованные на стадии хлорит-мусковитовой субфации зеленых сланцев регионального метаморфизма, прорванных магматическими телами различного состава. В приконтактовой зоне гранитной интрузии вмещающие породы претерпели наиболее интенсивные преобразования за счет явлений контактового метаморфизма, выразившиеся в ороговиковании пород, появлении более высокотемпературных парагенезисов минералов. По мере же удаления от интрузива процессы термального воздействия ослабевают, отражаясь в возникновении узловатых стяжений в некоторых чисто слюдистых прослоях. В скважинах или же интервалах, отстоящих на значительное расстояние от интрузива, отмечаются случаи присутствия пород, измененных на стадии глубокого метанеза, сохранивших в значительной мере отдельные черты исходных осадочных толщ [6].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 19-05-00165-а; РФФИ и Администрации Краснодарского края, проект 19-45-230005 р_а.

Литература

1. Попков В.И. Перспективы поисков залежей нефти и газа в породах фундамента Мангышлака // Освоение нефтяного Мангышлака. Грозный, 1981. С. 7–11.
2. Попков В.И., Рабинович А.А., Туров Н.И. Модель резервуара нефтяной залежи в гранитном массиве // Геология нефти и газа. 1986. № 8. С. 27–31.
3. Попков В.И., Япаскурт О.В. К строению фундамента Мангышлака // Доклады АН СССР. 1982. Т. 262. № 2. С. 423–425.
4. Попков В.И., Япаскурт О.В., Демидов А.А. Особенности строения фундамента Мангышлака // Известия АН СССР. Серия Геологическая. 1986. № 5. С. 135–143.
5. Попков В.И., Япаскурт О.В., Демидов А.А. Возраст пород фундамента Южного Мангышлака // Известия АН СССР. Серия Геологическая. 1989. № 10. С. 125–128.
6. Попков В.И., Попков И.В. Состав и постдиагенетические преобразования отложений нижнего структурного яруса палеозоя запада Туранской плиты // Геология, география и глобальная энергия. 2019. № 4(75). С. 67–77.

Е.А. Предтеченская¹, О.Н. Злобина¹, А.А. Злобин²

¹АО «СНИИГГиМС», Новосибирск

²НГУ, Новосибирск; *Ecole nationale supérieure de chimie de Paris*

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ СУЛЬФИДООБРАЗОВАНИЯ В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ

В настоящее время различные аспекты процессов пиритизации осадочных отложений активно обсуждаются в работах российских и зарубежных исследователей. В середине прошлого столетия в отечественных научных кругах рассматривались две основные точки зрения. Л.А.Гуляева (1955, 1956) в своих работах, посвящённых методике геохимических исследований отмечала, что нигде к тому времени не обсуждался вопрос об источниках серы в бассейнах с количественной стороны, которые бы могли обеспечить накопление в породах сульфидов, достигающее в некоторых случаях свыше 10%. Она считала, что ключом к пониманию окислительно-восстановительной обстановки седиментации является оценка количеств пирита (или сульфидной серы) как мерила интенсивности восстановительных условий по взаимоотношению содержания в породе пирита и растворимых в соляной кислоте форм железа. При этом рассматривался механизм сульфидообразования, согласно которому сульфиды (главным образом пирит) в осадках морских бассейнов образуются в диагенезе в результате жизнедеятельности анаэробных микроорганизмов, использующих сульфат в качестве конечного акцептора электронов при окислении органических соединений или молекулярного водорода. Сероводород, образующийся на дне бассейна в результате деструкции отмерших организмов, окисляется до серы или сульфат-ионов, и в результате в аэробной зоне при достижении необходимых концентраций последних осаждаются сульфатные минералы. Там же происходит восстановление железа за счёт окисления органических веществ с образованием FeCO_3 и $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Пирит (FeS_2) формируется в осадке глубже, в анаэробной зоне за счёт процессов жизнедеятельности микроорганизмов, при которых концентрация сульфат-ионов в иловых водах снижается, и сульфатные минералы, осаждённые ранее, начинают растворяться. С другой стороны, если граница аэробной зоны в отложениях смещается ниже, то начинается окисление образованных ранее сульфидов и обогащение осадка сульфатами. Таким образом парагенезис сульфидов и сульфатов считался невозможным, взаимоисключающим, и предполагалось, что накопление значительного количества (до 10% и более) сульфидов возможно только за счёт сульфат-ионов, поступающих в ил из морской воды, количество которых напрямую зависит от содержания разлагающегося органического вещества (ОВ).

Вторая точка зрения рассматривает механизм сульфидообразования как абиогенный процесс, в основе которого лежит диагенетическая миграция вещества.

Однако, большинство ученых разрабатывающих эту теорию, отмечают, что наиболее крупные пиритизированные участки в осадочных разрезах связаны с толщами, обогащенными ОВ. Так А.Е.Ферсманом в 1915 г. изучены отложения Подмосковского угольного бассейна, П.В.Зарицким (1962, 1971) Днепропетровского бурогоугольного бассейна, Н.М.Страховым (1962) углеродистые сланцы Прибалтики, Ю.О.Гавриловым (1982, 1992) алевритопесчаные отложения, переслаивающиеся с глинистыми осадками (с высоким содержанием ОВ) или граничащие с углеродистыми сланцами в разрезах Восточного Предкавказья, Русской плиты и др. регионов. В основе предлагаемого механизма миграции лежит установленный многочисленными исследованиями факт о хемогенном образовании в естественных восстановительных условиях моносulfида железа – гидротроилита, так называемого «чёрного ила», покрывающего поверхность дна водоёмов. Дальнейшая миграция этого подвижного гелеобразного вещества, по мнению А.Д.Архангельского (1934), Н.М.Стрхова (1963, 1976 и др.), Ю.О.Гаврилова (2002, 2010), происходит в результате гравитационных, диффузионных и электрогеохимических процессов. Последние хорошо освещены в работах И.А.Хайретдинова (1982, 1997 и др.). Среди зарубежных учёных эти процессы рассматривали В.В.Jørgensen, М.Е.Bottcher, Н.Luschen, L.N.Neretin с коллегами (2004). По существу, на этом моменте доказательная база абиогенной теории пиритообразования заканчивалась и до конца прошлого века в отечественной литологии биохемогенная концепция считалась наиболее признанной и достоверной. Следует заметить, что в лабораторных условиях опыты для получения FeS_2 в результате прямой реакции ионов железа и серы при температурах ниже 100°C всегда заканчивались образованием аморфного FeS . В иловых водах природных бассейнов сера в виде сульфат-ионов имеет степень окисления +6. Для того, чтобы связаться с положительно заряженными катионами металлов ей (без посредников) необходимо поменять степень окисления с +6 до -2, что характеризуется очень высоким энергетическим барьером, но в составе не окисленного сероводорода (H_2S) её степень равна -2. Это обстоятельство способствовало становлению опытов с использованием в качестве источника серы не сульфат-ионов, а сероводорода. Такие лабораторные исследования в 1964-2004 годах провели зарубежные учёные R.A.Berner, M.Farrand, R.E.Sweeney, I.R.Kaplan, M.A.Schoonen, H.L.Barnes, D.Rickard, J.B.Murowchick, G.W.Luther, W.M.Roberts, B.Kribek, R.E.Sweeney, R.T.Wilkin, P.Taylor, T.E.Rummery, D.G.Owen, E.Drobner и др. При этом в качестве реагентов использовались в различных сочетаниях FeSO_4 , FeCl_2 , FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$, $\alpha\text{-FeOOH}$ или оксигидроксид Fe^{+++} , FeCO_3 , FeOOH , FeS_m , в том числе окисленный в воздухе перед реакцией аморфный FeS . Кроме H_2S , в качестве источника серы использовались S_8 , Na_2S , Na_2S_2 , Na_2S_4 , Na_2S_5 , NaHS , Na_2SO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и др., иногда с добавлением гуминовой и фульвой кислот. Опыты проводились при давлении 1 бар, в диапазоне температур от 20 до 160°C , $\text{pH}=1,5-9,5$. В 1997 г. D.Rickard опубликовал материалы, полученные при исследовании результатов

эксперимента в сканирующем электронном микроскопе. Первая минеральная фаза представляла собой наночастицы метастабильного макинавита, состоящие из приблизительно 150 субъединиц FeS . В фазах, наблюдаемых после 14-дневной реакции при 100°C преобладали смешанные скопления кристаллов пирита кубической формы и субсферических выделений (протофрамбоидов), развивающиеся на поверхности агрегатов макинавита. Аналогичные результаты были продемонстрированы также другими учёными.

В России эксперименты по абиогенному формированию сульфидов железа в низкотемпературных (менее 200°C) осадочных и гидротермально-осадочных средах были проведены С.В.Козеренко с коллегами (1997-1999 г.). В результате установлено, что только в кислой среде ($\text{pH } 3,5-4,5$) наблюдается непосредственное образование конечных сульфидов из растворов. В остальных случаях реакции сульфидообразования имеют ступенчатый характер и идут через серию фаз - предшественниц. Вначале, как правило, образуются гидроксид-сульфиды, которые затем трансформируются в обычные сульфиды. В зависимости от физико-химических условий установлены два основных возможных сценария течения реакций:

- 1: гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_3$ - гидротроилит ($\text{FeOHHS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) - пирит FeS_2 ;
- 2: гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_2$ - точилинит ($2\text{FeS}_{1,51}\text{Fe}(\text{OH})_2$) - макинавит ($\text{FeS}_{0,93}-\text{FeS}_{0,96}$) - грейгит Fe_3S_4 - пирит+пирротин $\text{FeS}_2 + (\text{Fe}_6\text{S}_7 - \text{Fe}_{11}\text{S}_{12})$.

Подобную схему, согласно экспериментальным данным, используют микроорганизмы. Так вид *Thiocapsa thiozimgenes* восстанавливает $\text{FeO}(\text{OH})$ до сульфида железа и формирует фрамбоиды пирита при значительно более низких температурах. Следует отметить, что деятельность микроорганизмов не всегда завершается образованием пирита и может остановиться на промежуточных фазах. Так, в оолитовых железняках Бакчарского месторождения (граница палеоцена и эоцена) по данным М.А.Рудмина с коллегами (2017) зафиксированы грейгит с пиритом в сидеритовом цементе гравелитов и пирротиновые нодулы в сидеритовых конкрециях. Тесная ассоциация пирита, пирротина и грейгита с сидеритом, по мнению этих учёных, образовалась в результате консорциума сульфатредуцирующих бактерий и метанотрофных архей в морском осадке.

Исходя из вышеизложенного, к настоящему времени можно считать доказанным существование абиогенного образования сульфидов в осадочных толщах и сходство этого ступенчатого процесса с биохемогенным синтезом, осуществляемым сульфатредуцирующими организмами. Необходимо отметить, что за последние десятилетия значительно расширились знания об источнике вещества. Ранее было установлено, что сера в океанической воде, составляя около 0,09%, присутствует в виде свободных ионов и в ионных парах, которые, в целом, по содержанию ($2,7 \text{ г/кг}$) занимают второе место после хлорид-ионов [1]. Концентрации серы в пресной воде значительно ниже. Количества превышающие кларковые наблюдаются на локальных участках при

размыве вулканогенных и других пород, обогащённых сульфидами, самородной серой или сложенных сульфатными минералами (гипс, ангидрит и др.), а также при высачивании на дне водоёмов серосодержащих газо-термальных флюидов. Этот элемент содержится в аминокислотах морских организмов (цистеине и др.) и хлорофилле высших растений, водорослей и бактерий (в составе простетических групп ферредоксина), а в последние годы он зафиксирован среди водных кластерных образований, которые могут быть биогенной и абиогенной природы. Некоторые учёные считают, что водные кластеры FeS, ZnS и CuS составляют основную долю металлов в анаэробных морских и пресноводных средах, а также обладают высокой стабильностью и устойчивостью к окислению и диссоциации в аэробных обстановках речных систем [2, 3]. При изучении их структуры было установлено, что атомы металлов образуют повторяющиеся ряды, между которыми располагаются атомы серы, создавая многоядерное комплексное соединение - MS кластер. Предполагается, что подобные соединения могут существовать в природных бассейнах в растворённом состоянии и в виде наночастиц, взвешенных в воде. Несмотря на чрезвычайно малые, нано-пикомолярные количества MS кластеров, большой интерес к ним возник благодаря данным о формировании сверхядер, способных к спонтанному росту [4]. Это открытие ещё более укрепило теорию низкотемпературного абиогенного сульфидообразования в современных и древних осадочных бассейнах.

В мировом научном сообществе получены новые данные о биоразнообразии и условиях существования сульфатредуцирующих бактерий, установлен широкий диапазон физико-химических параметров - температур, pH среды, газового режима и др. Выявлена большая группа (в том числе аэротолерантные виды), которая в процессе сульфатредукции может использовать в качестве акцепторов электронов тиосульфат, элементарную серу и цитрат железа, а в отложениях богатых органическим веществом - серу из аминокислот и энергетически более выгодных Fe-S кластеров простетических групп, **при этом не расходуя сульфат-ионы иловых вод**. Учёными установлена схожесть субструктур биохимических кластеров, способных осуществлять функции доноров и акцепторов электронов, и сульфидных минералов - макинавита, грейгита, которые являются фазами-предшественниками пирита [5, 6, 7]. Этот факт доказывает возможность образования в осадке ангидрита, барита и других сульфатов одновременно с сульфидами [8 и др.]. Следует отметить, что в настоящее время доминирующая концепция биохемогенного образования пирита в отложениях прошлых геологических эпох по своей доказательной базе, следуя объективной оценке, значительно отстаёт от абиогенной, поскольку надёжных методов, подтверждающих наличие бактериальной составляющей в составе захороненного ОВ очень мало. Бактериальная составляющая уверенно определяется в ароматической фракции битумоидов, где идентифицируются арилкаротиноидные производные изорениератена, являющиеся маркерами биомассы рода *Chlorobiaceae* – зелёных серобактерий [9, 10]. Но эти микроорганизмы не являются

сульфатредукторами, они окисляют сероводород последовательно до S^0 и далее до SO_4^{2-} , иногда в их клетках или на поверхности отлагаются глобулы серы в качестве запаса источника электронов. Метод актуализма позволяет считать, что значительное увеличение биомассы *Chlorobiaceae* в осадочных толщах свидетельствует о сероводородном заражении палеобассейна, которое в свою очередь способствует развитию сульфатредуцирующих микроорганизмов. Для определения генезиса исходного ОВ специалистами часто используются результаты пиролиза керогена, при этом существует точка зрения, что максимум *n*-алканов в области C_{20} - C_{24} отражает значительный вклад бактериальной биомассы, однако, не все ученые с этим согласны.

Авторы данной работы считают, что процессы пиритизация с участием и без участия микроорганизмов могут протекать в осадочных бассейнах параллельно. Биохемогенное сульфидообразование происходит только в периоды жизнедеятельности микроорганизмов. На сегодняшний день гипотеза о возможности длительного существования сульфатредуцирующих бактерий в глубокопогруженных толщах недостаточно обоснована. В тоже время зафиксировано присутствие фаз-предшественников пирита (гидротроилита, точилинита, макинавита, грейгита) в юрских, меловых и палеогеновых осадках, находящихся на разных стадиях катагенетической преобразованности – от ПК (степени углефикации Б и БД) до МК₂ (степени Д, ДГ и Г) [11, 12 и др.]. Таким образом, можно предполагать преимущественно хемогенное образование сульфидов в осадочных породах, где в составе ОВ бактериальная составляющая не определяется. Финальная стадия процесса пиритизации в этих отложениях, вероятно, происходила в верхней зоне газообразования (Г) на уровне более интенсивного выхода H_2S . Опубликованные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что минеральные фазы, формирующиеся на разных этапах ступенчатого процесса, могут являться индикаторами определённых физико-химических условий среды и характеризовать стадии преобразования осадков. Существенные различия физических свойств троилита (до 150°C – полупроводник и антиферромагнетик), макинавита (кристаллическая решётка аналогичная структуре высокотемпературных железосодержащих сверхпроводников.) и пирита представляют интерес для петрофизических и геофизических исследований.

Литература

1. Волков И.И. Геохимия серы в осадках океана: монография. М.: Наука, 1984. 272 с.
2. Rozan T.F. et al. Evidence for Fe, Cu and Zn complexation as multinuclear sulfide clusters in oxic river waters.// Nature. 2000. Vol. 406. № 6798. P. 879-892.
3. Luther G. ., Rickard D. Metal sulfide cluster complex and their biogeochemical importance in the environment // Journal of Nanoparticle Research. 2005. Vol. 7. № 4-5. P. 389-407.
4. Kaschiev D. Nucleation: Basic Theory with Applications. Oxford: Butterworth Heinemann, 2000. 529 pp.
5. Rickard D., Luther G.W. Chemistry of Iron Sulfides //Chemical Reviews. 2007. Vol. 107, № 2.P.514.

6. *Russell M.J., Hall A.J.* From geochemistry to biochemistry: Chemiosmotic coupling and transition element clusters in the onset of life and photosynthesis // *The Geochemical News*. 2002. Vol. 13. P. 6-12.
7. *Schoonen M.A. A., Barnes H.L.* Reactions forming pyrite and marcasite from solution: I. Nucleation of FeS₂ below 100°C // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1991. Vol. 55, № 6. P. 1495-1504.
8. *Злобин А.А., Предтеченская Е. А.* Ассоциация сульфатных и сульфидных минералов как возможный парагенезис в отложениях осадочных бассейнов // *Академический журнал Западной Сибири*. 2018. Т. 14. № 6. С. 75-78.
9. *Бушнев Д.А.* Основы геохимической интерпретации данных по составу и распределению индивидуальных органических соединений в нефтях и осадочных породах. – Сыктывкар : Геопринт, 1999. – 48 с.
10. *Peters K.E., Walters C.C., Moldowan, J.M.* The biomarker guide. 2nd ed. – New York : Cambridge University Press, 2005. – 1155 p.
11. *Гаврилов Ю.О.* Диагенетическая миграция сульфидов в отложениях различных обстановок седиментации // *Литология и полезные ископаемые*. 2010. № 2. С. 133-150.
12. *Королёв Э.А., Шиловский О.П., Бариева Э.Р., Нурждин Е.В., Николаева В.М., Хамадиев Р.И.* Влияние структурно-генетических особенностей различных видов органических остатков на характер образования аутигенных пиритовых агрегатов в верхнеюрских отложениях // *Учёные записки Казанского Университета*. 2010. Т. 152. кн. 3. С. 192-207.

Ю.В. Ростовцева

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЛИТОЛОГИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И МЕТОДИКИ

Термин «циклостратиграфия» трактуется по-разному. В общепринятом понимании в отечественной геологии «циклостратиграфия» – раздел стратиграфии, использующий для расчленения и корреляции отложений особенности упорядоченной повторяемости частей разреза осадочных толщ [1]. Циклостратиграфия (или ритмостратиграфия) заключается в изучении чередования различных пород в разрезах [2]. В литологии такая трактовка этого термина тесно связана с проведением циклического анализа отложений, который выявляет особенности стратификации толщ. Цикличность в осадочных образованиях может быть обусловлена действием самых разнообразных факторов.

В зарубежной геологии «циклостратиграфия» – новое научное направление в стратиграфии и седиментологии, целью которого является выявлять, характеризовать, коррелировать и интерпретировать циклические изменения в осадочных последовательностях, восстанавливая геохронологию с применением высокоточных технологий [3]. При этом приоритетным является определение астрономической

цикличности, глобально проявляющейся и отражающейся в строении осадочных толщ. При рассмотрении астрономической цикличности, прежде всего, оцениваются колебания количества солнечного света и радиации, достигающих Земли на протяжении больших промежутков времени, известными как циклы Миланковича. Длительность циклов Миланковича в зависимости от орбитальных параметров может быть разной и колебаться от 19 (20) до 400 тысяч лет, а также составлять миллионы лет. Считается, что термин «циклостратиграфия» в этом понимании был введен при обсуждении Глобальной Программы по осадочной геологии на конференции, проведенной в г. Перудже (Италия) и г. Дине (Франция) в 1988 году [4].

На основе этой методики в настоящее время для части стратиграфических подразделений разработана Астрономическая Шкала Времени («Astronomical Time Scale») с точностью определений порядка 0,02–0,4 млн лет, что является выше разрешительной способности Международной Геологической Шкалы Времени («International Geologic Time Scale») с погрешностью датирования около 1–5 млн лет [5]. Астрономическая Шкала Времени построена на период от 0 до 250 млн лет, охватывая все периоды мезозоя и кайнозоя. Наиболее точные построения имеются для временного интервала от 0 до 23,03 млн лет (с настоящего времени по миоцен включительно) с точностью определений 0,02 млн лет.

Отличительной особенностью этих циклостратиграфических исследований является возможность анализировать толщи монотонного строения, в которых не видна цикличность (ритмичность) за счет смены различных литологических типов пород. Выявление астрономических циклов, влияющих на долгопериодические климатические флуктуации и отражающихся в геологической записи при накоплении отложений, позволяет рассчитывать скорости седиментации и длительность формирования толщ (рис.). Для этих циклостратиграфических исследований разработана за рубежом общепринятая методика [6].

При выявлении астрономической цикличности используются различные характеристики (изотопные, магнитные и др.) осадочных образований, к числу которых относится остаточная намагниченность пород. Остаточная намагниченность пород может измеряться в полевых условиях на разрезе или в лабораторных условиях по коллекции проб. Определения магнитных свойств проводятся через равные интервалы разреза, что является важным для дальнейшей статистической обработки базы данных полученных измерений.

Статистическая обработка включает проведение спектрального анализа с построением Lomb-Scargle и REDFIT периодограмм, а также Wavelet преобразования с помощью различных компьютерных технологий, в том числе программы PAST [7]. Это позволяет выявлять наличие циклов. Ряд данных по магнитной восприимчивости пород также анализируются с помощью программы AnalySeries, позволяющей использовать разложение Гаусса и пиковые значения, выявленные по Lomb-Scargle и REDFIT

периодограммам. Полученные при этом графики колебаний сопоставляются с кривой изменения инсоляции Земли, рассчитанной для рассматриваемого интервала времени [8].

Подобные исследования с 2014 года проводятся на кафедре нефтегазовой седиментологии и морской геологии МГУ, результатом которых стало опубликование целой серии статей, выполнение работ по научным грантам, а также защиты ряда бакалаврских, магистерских работ и кандидатской диссертации (рис.) [9].

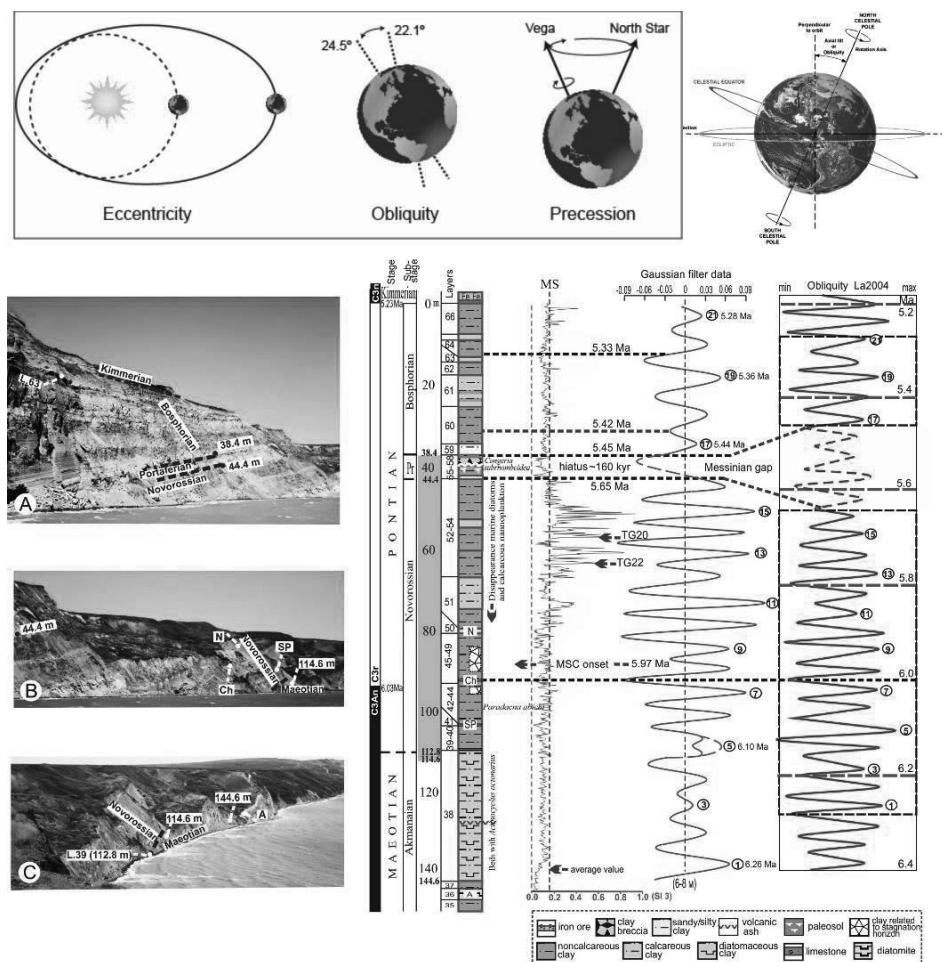


Рисунок. Результаты циклостратиграфических исследований понтических отложений Восточного Паратетиса (Тамань) (по Rostovtseva, Rybkina [9]).

Работа выполнена в рамках темы госзадания № АААА-А16-116033010120-0 МГУ имени М.В. Ломоносова и при финансовой поддержке гранта РНФ № 19-77-10075.

Литература

1. Сайт Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского https://www.vsegei.ru/ru/public/sprav/geodictionary/article.php?ELEMENT_ID=93566
2. Габдуллин Р.Р. Историческая геология. Учебник, М.: МГУ, 2005. С. 87.

3. Hilgen F.J., W.Schwarzacher W., Strasser A. Concepts and definitions in cyclostratigraphy (second report of the cyclostratigraphy working group) / SEPM. Spec. Publ. 81, Tulsa. 2004. P. 303–305.
4. Fischer A.G., De Boer P.L., Premoli Silva I. Cyclostratigraphy. In: Beaudoin B. and R.N. Ginsburg (eds.): Global Sedimentary Geology Program: Cretaceous Resources, Events and Rhythms. NATO ASI Series, Kluwer, Dordrecht. 1988. P. 139–172.
5. Hinnov L.A., Ogg J.G. Cyclostratigraphy and the Astronomical Time Scale // Stratigraphy, vol. 4, nos. 2/3, 2007, P. 239–251.
6. Weedon G.P. Time series analysis and cyclostratigraphy. Cambridge University Press, 2003. 260 p.
7. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4, № 1. 9 p.
8. Laskar J., Robutel P., Joutel F. et al. 2004. A long term numerical solution for the insolation quantities of the Earth // Astronomy and Astrophysics. 2004. Vol. 428. P. 261–285.
9. Rostovtseva Yu.V., Rybkina A.I. The Messinian event in the Paratethys: Astronomical tuning of the Black Sea Pontian // Marine Petrol. Geol. 2017. Vol. 80. P. 321–332.

И.А. Сабиров

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

НОМЕНКЛАТУРЫ ПОРОД КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Большое количество разнообразных залежей твердых полезных ископаемых, будь то железо, алюминий, титан, золото, так и жидких полезных ископаемых – нефть и газ приурочены к так называемым корам выветривания. Порода коры выветривания ранее рассматривались как самостоятельные геологические формации. Разделением и систематизацией занимались в зависимости от конкретных промысловых задач. Так, например, в зависимости от генезиса, от морфологий тел и от наличия перекрывающих пород большинство исследователей различали остаточные и инфильтрационные коры выветривания, линейные и площадные коры выветривания, а также погребенные и открытые коры выветривания соответственно (Смирнов В.И., Гинзбург И. и др.).

В Большой Российской Энциклопедии есть определение понятия коры выветривания. Кора выветривания – это геологическое тело, сложенное остаточными, неперемененными продуктами выветривания (Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2013 г.). В петрографическом словаре кора выветривания – это верхняя часть литосферы с преобразованными в континентальных условиях магматическими, метаморфическими и осадочными горными породами. Формируется под влиянием различных факторов выветривания в зонах фильтрации поверхностных вод (Издательство «Недра», 1981 г.).

В настоящее время, согласно актуальному на сегодняшний день петрографическому кодексу (3-е издание исправленное и дополненное, утвержденное

МПК 10 января 2008 года), все кристаллические горные породы, слагающие геологические тела и ассоциации таких тел подразделяются на следующие категории: магматические подразделения, метаморфические подразделения, метасоматические подразделения, мигматитовые подразделения, импактные подразделения и осадочно-вулканогенные подразделения.

Горные породы метасоматического подразделения по побудительным причинам метасоматоза разделяются на контактово-метасоматический класс, регионально-метасоматический класс и гипергенно-метасоматический класс. Последний объединяет породы, сформированные в зоне гипергенеза-эпигенеза, образование которых обусловлено химическим воздействием на породы фильтрующими сквозь них низкотемпературными растворами, инвариантно к их происхождению [1].

Согласно представленным определениям, породы кор выветривания следует относить к гипергенно-метасоматическому классу метасоматических подразделений кристаллических горных пород, что в свою очередь создает необходимость систематизировать и называть эти горные породы согласно петрографическому кодексу [2].

Номенклатура метасоматических пород определяется их вторичной природой. Если известен состав исходного протолита метасоматита, к названию вида добавляется прилагательное «метасоматический». Таким образом, такие образования, которые ранее могли называться как «кора выветривания по граниту», должны именоваться как «метасоматический гранит» или, если известна побудительная причина метасоматоза, то, например, «гипергенно-метасоматический гранит».

Состав и строение пород фундамента Непско-Ботуобинской антеклизы (НБА) сложные, ввиду неоднократных наложенных процессов метаморфизма и магматизма на разных этапах развития земной коры. В целом, фундамент сложен гранито-гнейсами, мигматитами и кристаллическими сланцами, которые на последующих этапах испытывали бластокатаклазирование, подвергались различным гидротермальным процессам, прорывались более молодыми гранитоидными интрузиями. Анализ 26 скважин позволил разделить все породы на следующие формации: 1 – породы зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций метаморфизма, к которым относились биотит-хлоритовые сланцы, биотит-плагиоклазовые кристаллосланцы, эпидотовые кристаллосланцы; 2 – породы амфиболитовой и гранулитовой фаций метаморфизма. К ним относились биотитовые гнейсы, гранитоиды S-и I-типа, гранитогнейсы, мигматиты гнейсов и амфиболитов; 3 – магматические породы кислого ряда – микроклиновые граниты, двуполевошпатовые граниты, плагиограниты, тоналиты; 4 – магматические породы среднего ряда, к которым относились кварцевые диориты, монцониты, гранодиориты, граносиениты; 5 – магматические породы основного состава – габбронориты, габбродииориты.

Примечательно, что ни одна из нефтяных и опорных параметрических скважин, вскрывших породы, залегающих ниже осадочного чехла не достигла неизмененные гипергенными процессами породы фундамента. Все комплексы в той или иной степени были подвергнуты гипергенезу.

Учитывая, что в образовании гипергенно-метасоматических пород участвовали все исходные породные формации, верхняя часть фундамента представлена такими породами как гипергенно-метасоматические хлоритовые сланцы, гипергенно-метасоматические кристаллосланцы, гипергенно-метасоматические граниты, гипергенно-метасоматические гранито-гнейсы, гипергенно-метасоматические плагиограниты, гипергенно-метасоматические диориты, гипергенно-метасоматические монзониты, гипергенно-метасоматические граносиениты, гипергенно-метасоматические габбронориты и т.д.

Погребенные коры выветривания фундамента НБА, а точнее гипергенно-метасоматические образования НБА могут рассматриваться как отдельный поисковый объект на нефть и газ. Ввиду этого систематика и номенклатура этих образований имеет важнейшее значение для геолого-геофизических оценок пород и поиска этих образований в других нефтегазоносных провинциях мира.

Литература

1. Петрографический кодекс России (3-е изд.). // С-Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
2. Постников А.В., Постникова О.В., Сабиров И.А. Коры выветривания фундамента южной части Непско-Ботуобинской антеклизы как перспективный поисковый объект на нефть и газ // Труды РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. 2018. №3 (292), С. 50-59.

А.А. Свиточ, Т.А. Янина, Н.Г. Константинова
МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

ОТЛОЖЕНИЯ ПОСЛЕДНЕГО ПОНТО-КАСПИЙСКОГО ПРОЛИВА

В Манычской депрессии широко развиты хвалынские отложения – свидетели последнего перелива каспийских вод в Азово-Черноморский бассейн, имевшего место в конце позднего плейстоцена. Они в виде прерывистого чехла мощностью до 10 м перекрывают днище древнего пролива. Отложения на восточном входе в пролив располагаются на отметках от 30 м абсолютной высоты, к западу кровля их последовательно снижается до 15–20 м, в депрессии Маныч-Гудило – до 5 м абс. выс. у выхода из пролива. Осадки частично размыты в современных долинах Западного и Восточного Манычей и также отсутствуют на грядах, сложенных буртасскими отложениями, с отметками более 35 м абс. выс. Гряды не заливались водами пролива и

представляли острова в его ложе. Они широко распространены между устьями рек Калаус и Большой Егорлык и особенно вокруг оз. Маныч-Гудило.

Литофациальное строение хвалынских отложений обусловлено гидродинамикой вод пролива и геоморфологической ситуацией на его берегах. По этим признакам среди хвалынских осадков Маныча можно выделить три основных типа строения. Первый тип характерен для центральных, наиболее приглубых, участков хвалынского пролива и отражает длительное время его существования и последовательную смену обстановок осадконакопления. Для него характерны фациальное разнообразие и наибольшие мощности отложений. Типовыми разрезами можно считать обнажения Зунда-Толга и Левый остров [1]. В разрезе Зунда-Толга в основании толща сложена песком и супесью, реже суглинком, слоистыми, илистыми, коричнево-серого цвета, с прослоями песка желтого, тонко-горизонтального и волнисто-слоистого, видимой мощностью 0,5 м. Выше залегает песок серый, сортированный, мелкозернистый, с волнистой и диагональной слоистой текстурой, с многочисленными раковинами раннехвалынских моллюсков (*Didacna ebersini*, *D. protracta*), мощностью до 1,7 м. Разрез венчается пачкой песка желтого, местами ожелезненного, хорошо сортированного, с тонкой горизонтальной и волнистой слоистостью, мощностью 0,6 м.

Обнажение Левый остров расположено на востоке Маныч-Гудилдовской впадины. В его основании залегает глина шоколадоподобная, с тонкими прослоями плотных алевроитов, видимой мощностью 1,0 м. Выше – пачка переслаивающихся песка и супеси, алевроита и шоколадоподобных глин; в песчаных прослоях многочисленны раковины хвалынских моллюсков. Мощность толщи около 3 м. Отложения перекрыты слоем песка сортированного, тонкогоризонтально- и диагонально-слоистого, мощностью 1,5 м. В описанных обнажениях хорошо прослеживается последовательная смена по разрезу фациальных обстановок от застойных (эстуарных) и спокойно проточных условий на проточные, сменяющиеся динамичной обстановкой осадконакопления.

Второй литофациальный тип хвалынских отложений (разрезы Новый Маныч и Попов Лог) характеризует спокойную и относительно непродолжительную обстановку осадконакопления, существовавшую на прибрежных мелководьях низменных побережий и мелких спокойных протоков пролива. В разрезе Новый Маныч по левому борту р. Егорлык выходит толща песка желто-серой окраски, мелкозернистого, горизонтально-слоистого, местами косослоистого, видимой мощностью 5 м, с раковинами хвалынских моллюсков (*Didacna ebersini*, *Monodacna caspia*). Разрез Попов Лог вскрывает строение высокой гряды, сложенной буртасскими озерными отложениями, в нижней части склона к ним прислоняются супеси и пески тонкие, горизонтально-слоистые, с многочисленными, часто в двух створках, раковинами хвалынских моллюсков (*Didacna protracta*, *D. ebersini*), мощностью до 5 м.

Третий тип разреза характерен для западных участков древнего пролива и несет следы длительного осадконакопления и глубоких размывов, обусловленных резким

падением уровня Азово-Черноморского бассейна (новоэвксинская регрессия), и выраженное присутствие среди осадков линз и прослоев грубого разнопесчаного материала с раковинами разновозрастных моллюсков. Примером этого типа может служить известный разрез у п. Маныч-Балабино. Здесь в шурфе старого карьера на западной окраине поселка сверху вниз залегают: супесь и песок разнотернистый, серый, с прослоями ожелезнения, с детритом раковин моллюсков, мощностью 2,5 м; песок разнотернистый, желтый, ожелезненный, насыщенный обломками и целыми раковинами понто-каспийских моллюсков разного видового состава и возраста, мощность 0,3 м; песок светло-серый, хорошо сортированный, с тонкими прослоями алевроита, мощностью 0,2 м; алевроит коричневый и коричнево-серый, с прослоями песка серого и редкими раковинами моллюсков, видимая мощность 0,2 м. Вскрытый разрез представляет верхнюю часть хвалыньских отложений. Ниже, по данным бурения, залегают темно-серые глины и пески, лежащие на цоколе сарматских глин.

Анализ распределения видового состава моллюсков по разрезу и площади позволяет установить односторонний сток воды из Каспия и миграцию моллюсков [2]. В начале возникновения пролива в нем проходило спокойное осадконакопление, сходное с мелководно-эстуарным типом, в дальнейшем динамика проточных вод увеличилась, но никогда не была катастрофической, как это считается некоторыми исследователями. По карбонату раковин получена серия радиоуглеродных датировок, определяющая возрастной интервал осадков 10,5–12,5 тыс. лет (кал. возраст 12–14 тыс. лет) [1]. По времени пролив соответствует новоэвксинской трансгрессии Черного моря и эпохе активной деградации поздневалдайского оледенения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-17-10103.

Литература

1. Свиточ А.А., Янина Т.А., Новикова Н.Г., Соболев В.М., Хоменко А.А. Плейстоцен Маныча (вопросы строения и развития). М.: Географический факультет МГУ, 2010. 136 с.
2. Янина Т.А. Дидакны Понто-Каспия. М.; Смоленск: Манджента, 2005. 300 с.

К.М. Седаева

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

ИСТОРИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В.Т. ФРОЛОВА К КЛАССИФИКАЦИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД – ЭКЗОЛИТОВ

Рассматривая горные породы как агрегаты минералов определенной структуры, их классификация основывается на петрографическом истолковании. Осадочные породы полигенетичные по способу и условию образования, и их классификация основывается по минеральному признаку, и в большинстве случаев она построена с учетом схемы

осадочной дифференциации Л.В.Пустовала [3] и Н.М.Страхова [5], в основе которой лежит сравнительно-литологический метод. Осадочную дифференциацию крупнейшие литологи представляли себе как сложный процесс, в котором переплетены явления механического и химического разделения вещества. Согласно схеме осадочной дифференциации все экзолиты подразделяются на продукты: 1) механической (кластолиты) и 2) химической дифференциации (карбонаты, соли, ферролиты, аллиты и др.), представляя собой петрографическую классификацию. Вследствие этого классификация начинается с обломочных пород или кластолитов [1,3–5,8 и мн.др.], далее следуют глинистые, глиноземные и т.д. Однако кластолиты (псефиты и псаммиты кварц-силикатного состава с обломочной структурой), наиболее сложные и полигенетичные по составу и способу образования, представляя собой механические смеси разных обломков пород и минералов (*магматической, метаморфической и осадочной природы*), ранее возникших в разных термодинамических и физико-химических условиях. Они представляют собой «... *гетерогенные и неравновесные накопления, в отличие от эндолитов и многих осадочных пород (соли, силициты, карбонатные и др.), и по своему характеру обломочные породы ближе к геологическим образованиям*» [7, с. 258–259].

В 1987 году В.Т.Фроловым [6] была предложена иная классификация экзолитов, вначале которой располагались аквалиты или водные, ледяные породы (рисунок). Этот ряд осадочных пород основан на химическом характере минералов (с учетом распространенности основных химических элементов в земной коре или пропорциональности их кларку: *кислород 47–48%, кремний 29–30%, алюминий 8,1%, железо 6–7%, кальций 5,1%, магний 3,0% и т.д.* [2,с.30]). Такая последовательность расположения осадочных пород отражает тенденцию к их усложнению – перехода от первичных исходных минералов эндолитов к вторичным минералам, возникших в экзосфере под действием воды на границе Земли и Космоса [7]. Вода участвует в судьбе и круговороте всех элементов в земной коре, и подчеркивает специфику экзогенного породообразования. В данной классификации вода рассматривается, как первичное осадочное образование и под ее влиянием и воздействием происходило формирование осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых. Вода является одним из самых устойчивых минеральных образований в природе и ее можно рассматривать как окисел, входящий в состав большинства минералов метаморфических и магматических пород (эндолитов) [2]. С появлением воды на поверхности Земли начинается осадочный процесс с образованием новых минералов и формированием сначала седиментосферы, а затем стратисферы в верхней части литосферы.

Мобилизация воды и формирование первичной гидросферы – это длительный процесс, измеряемый геологическим временем. На ранних этапах развития Земли (катархей-ранний архей) на фоне первичной водородной атмосферы происходило выветривание эндолитов с их изменением в поверхностных горизонтах литосферы под влиянием механического и химического воздействий газов и кислотных растворов с

созданием заново минеральных фаз и минералов. Синхронно с этим шло освобождение из исходных космогенных пород кислорода и взаимодействие его с водородсодержащей плотной атмосферой вплоть до новообразования (синтеза) начальных газообразных и отчасти жидких фаз воды. Все это происходило на фоне господства высокотемпературных обстановок во внешних оболочках планеты и сопровождалось катастрофической диссипацией газов и потерей первичной атмосферы. На месте первичной атмосферы, сложной по составу, возникла вторичная атмосфера, в ее составе преобладали газы вулканического происхождения – CO_2 , CO , H_2O , H_2S и др. В течение позднего архея происходило дальнейшее преобразование космогенных и вулканических пород под влиянием среды – воздушной и «водной», т.е. первично кислотной на фоне планетарного охлаждения Земли, первоначальной консолидации земной коры с образованием суперконтинентов (Родиния, Гондваны и др.), смены первичной водородной атмосферы на вторичную, расширения экзогенных процессов и начального этапа водного осадконакопления. С протерозоя с образованием водной оболочки разрушение исходных пород (эндолитов и отчасти экзолитов) при выветривании происходило под воздействием воздуха, воды и льда, изменения температуры и других физических и химических явлений, и живого вещества, участвовавшего в биогенной миграции химических элементов, биогенном осадкообразовании и формировании биокосных систем. С этого времени, осадконакопление и образование осадочных полезных ископаемых в истории Земли было связано с аквалитами, преимущественно, с водой, как средой образования, с формированием в верхних частях литосферы осадочного слоя разной мощности (седиментосферы), а затем – стратисферы.

В стратисфере протекает вторая половина истории формирования осадочных пород (диа-, ката- и метагенез, собственно литогенез), где господствуют геологическое время (от миллиона до 2 млрд лет и более) и земные виды энергии (*силы тяжести, т.е. давление нагрузки, внутреннее тепло, энергия химических реакций, радиоактивный распад, солнечная энергия в виде захороненного ОВ*). Здесь вещество находится в 2-х фазах: твердой и жидкой (*вода и отчасти нефтяной и/или углеводородный раствор*). Поведение воды и циркуляция метеорных, грунтовых, петрогенных вод и отчасти гидротермальных растворов повлияли на миграцию и концентрацию химических элементов, углеводородных растворов и на аутигенное минералообразование с формированием в дальнейшем при благоприятных условиях стратиформных рудных месторождений, залежей нефти и газа, и др. полезных ископаемых в течение протерозоя и всего фанерозоя.

Таким образом, в предложенной В.Т.Фроловым классификации экзолитов, построенной на основе историко-геологического метода, вода рассматривается как первичное осадочное образование.



Рисунок. Классификация осадочных пород в зависимости от их структурной и генетической близости (Фролов, 1992, с. 262).

Двойная соединительная линия означает наиболее тесные связи и частые смеси, одинарная – обычные связи и нередкие смеси, прерывистые линия – редкие связи и смеси.

Под ее влиянием и воздействием происходило формирование осадков, осадочных пород и связанных с ними полезных ископаемых на протяжении всей геологической истории Земли. В ней отражены: **1)** прогрессивная роль воды в возникновении и формировании осадочных пород и руд на фоне истории развития литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы; **2)** последовательность образования экзолитов пропорционально содержанию главных петрогенных элементов в земной коре (кларку), по мере прогрессивного нарастания процессов выветривания и их рассеивания в дальнейшем под воздействием седиментационных процессов. Данная классификация экзолитов является более обоснованной и объективной, по сравнению с ранее предложенными классификациями осадочных пород, построенными на основе сравнительно-литологического метода и схемы осадочной механической и химической дифференциации вещества.

Литература

1. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород. – М., 1984. 416 с.
2. Перельман А.И. Геохимия: Учебное пособие. – М.: Высш. школа, 1979. 423 с.
3. Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. – М.-Л., 1940. Т. 1. 476 с. Т. 2. 420 с.
4. Рухин Л.Б. Основы литологии. – Л., 1969. 703 с.
5. Страхов Н.М. Типы осадочного процесса и формации осадочных пород // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1956. № 5. С. 3-21. № 8. С. 29-60.
6. Фролов В.Т. К вопросу о классификации осадочных пород // Вестник МГУ. Сер. геол. 1987. №1. С. 26-36.
7. Фролов В.Т. Литология. Кн.1.: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1992. 336 с.
8. Швецов М.С. Петрография осадочных пород. – М., 1958. 416 с.

^{1,2}Д.В. Семиколенных, ¹Н.А. Тюнин

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

²Институт географии РАН, г. Москва

СТРОЕНИЕ КАРАНГАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СТРАТОТИПИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ТУЗЛА (ТАМАНСКИЙ П-В)

В начале позднего плейстоцена в области современного Азовского и Черного морей существовал тепловодный карангатский бассейн, уровень которого по разным оценкам достигал 5–10 выше современного, а соленость – 30‰. Его отложения можно наблюдать в естественных обнажениях на Кавказском побережье, на Керченском и Таманском полуостровах, в Восточном Крыму, на побережье Болгарии и Турции. На побережье Таманского полуострова наиболее репрезентативным разрезом карангатских отложений является стратотипический разрез Тузла.

Разрез был описан в ходе полевых работ 2018 года в 100 м к северу от мыса Тузла (рис.). В верхней части разреза мощностью 7–8 м вскрываются лёссы с 3 погребенными почвами, толща имеет цвет от темно-коричневого (голоценовая почва) до светло-палевого, характеризуется столбчатой отдельностью, блоками отседания, карбонатными образованиями (журавчики).

Карангатские отложения представлены толщей мощностью 2.2 м, в которой выделяются сверху вниз следующие горизонты:



Рисунок. Стенка разреза Тузла

1) Песок темно-серый пылеватый с включением мелкого раковинного детрита и целых раковин *Spisula sub. triangula*, *Chione gallina*, *Paphia rugata*, мощность 0.4 м, переход в нижележащий горизонт резкий.

2) Песок рыжевато-серый, разнoзернистый, детритовый, горизонтально слоистый с прослоями раковин *Ostrea edulis*, *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma glaucum*, *Chione gallina*, мощность 0.7 м, переход в нижележащий слой постепенный.

3) Песок рыжевато-серый, мелко-среднезернистый, горизонтально слоистый, детритовый с редким включением раковин моллюсков, в кровле ожелезненный прослой с тонкостенными раковинами *Mytilaster lineatus*, *Solen vagina*, *Donax trunculus*, мощность 0.5 м, переход в нижележащий горизонт резкий.

4) Песок сизо-серый, тонкозернистый до среднезернистого, тонкая горизонтальная слоистость: чередование серых слоёв и рыжих/ожелезненных с прослоями детрита и прослоями раковин моллюсков *Ostrea edulis*, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium exiguum*, *Cerastoderma glaucum*, *Paphia discrepans*, *Abra ovata*, *Spisula subtruncata*, *Solen vagina*, мощность 0.6 м. Кровля сильно ожелезнена.

Ниже пески резкой границей переходят в более древнюю толщу зеленоватых плотных суглинков.

В разрезе Тузла в отличие от разреза Эльтиген [1], расположенном на противоположном берегу Керченского пролива, толща карангатских отложений обладает небольшой мощностью (2–3 м против 6–7 м в Эльтигене), также не представляется возможным выделение в ней крупных фаз одноименной трансгрессии. В целом в толще наблюдается нелинейная смена видового состава достаточно типичных для современного Азово-Черноморского бассейна моллюсков, что может быть индикатором несколько опресненной обстановки, не характерной для теплого солоноводного карангатского бассейна, а также некоторых осцилляций, связанных с изменением его уровня моря, береговой линии, изменением интенсивности влияния опресненных вод Азовского моря или пресных вод Палеокубани.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 18-05-00296.

Литература

1. Курбанов, Р.Н., Янина, Т.А., Мюррей, А.С., Семиколенных, Д.В., Свистунов, М.И., Штыркова, Е.И. Возраст Карангатской трансгрессии (поздний плейстоцен) Черного моря // Вестник Московского университета. Серия 5. География, №6. 2019. С. 29-39.

И.Е. Стукалова

Геологический институт РАН, Москва

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ТИПЫ БУРЫХ УГЛЕЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ

В России и в мире на долю бурых углей приходится около 30% от общих запасов углей, запасы их весьма значительны. В ГОСТ 25543-88 угли марки бурых углей (Б)

подразделяются на три технологические группы – 1Б, 2Б и 3Б. Выделение групп соответствует трем макроскопическим типам бурых углей: угли бурые землистые, бурые плотные матовые и бурые плотные блестящие [1].

Уголь бурый группы 1Б широко распространен в различных угольных бассейнах, в основном палеогенового и неогенового возраста. Бурые угли группы 1Б разрабатываются в Днепровском бассейне на Украине, в России в Южно-Уральском бассейне, на месторождениях Дальнего Востока и Приморья. По структурно-текстурным признакам угли группы 1Б подразделяются на землистые, мягкие и лигнитовые.

Бурые угли группы 2Б преимущественно распространены в мезозойских отложениях. Огромные запасы бурых углей группы 2Б разведаны и добываются в Канско-Ачинском, Тургайском и Ленском бассейнах, которые по запасам относятся к самым крупным угольным бассейнам мира. Месторождения бурых углей группы 2Б находятся в Серовском районе Урала – Волчанское и Богословское, в Забайкалье, в Средней Азии – Ангренское и другие. Угли Подмосковского бассейна нижнего карбона также относятся к бурым углям группы 2Б. Величина отражения витринита в углях группы 2Б менее 0.5%. Петрографический состав разнообразный, иногда отмечается повышенное содержание мацералов группы инертинита. Макроскопически отмечаются различные типы, от матовых штриховатых до матовых и полосчатых блестящих. Эти угли плотные, вязкие, но при высыхании не сохраняют форму, растрескиваются и рассыпаются в мелкую крошку.

Бурые угли группы 3Б – это плотные, твердые бурые угли, по степени блеска – полуматовые и полублестящие. Цвет черты – темно-коричневый. Блестящие разновидности обладают тусклым смолоподобным блеском. В плотных бурых углях различаются основные петрографические ингредиенты, характерные для каменных углей: витрен, кларен, дюрен, фюзен.

Бассейны и месторождения с бурыми углями группы 3Б или суббитуминозными в основном мезозойского возраста, среди которых выделяются с крупными запасами Челябинский бассейн, в Забайкалье – Гусиноозерское месторождение и другие. На территории Забайкалья юрские и нижнемеловые угленосные отложения заполняют односторонние грабены шириной 10–20 км. Особенностью их строения является высокая угленасыщенность, присутствие мощных пластов углей, а также быстрая фациальная смена в прибортовых разрезах тонкообломочных угленосных отложений мощными толщами грубообломочных пород. Главными факторами, способствующими образованию здесь мощных угольных пластов, являются бурный расцвет растительности в условиях гумидного климата, широкое развитие болотных фаций, быстрое опускание области торфонакопления в течение длительного времени, отсутствие массового привноса терригенного материала, подавляющего торфонакопление [2].

Угли группы 3Б обладают различным петрографическим составом. Величины отражения витринитов в углях группы 3Б составляют (R_o) 0,39–0,60%.

В работе петрографический состав углей определялся по рекомендациям Международного комитета по петрологии углей с применением международной классификации. Бурые угли согласно этой классификации, подразделяются на лигниты (мягкие бурые угли, группа 1Б) и суббитуминозные (твердые бурые угли, группы 2Б и 3Б).

В мягких бурых углях (lignites, $R_o = 0,25-0,35\%$), согласно этой классификации, выделяется три группы органических микрокомпонентов: группа гуминита, инертинита и липтинита. Определяется также и минеральная составляющая. В группе гуминита выделяются текстинит (A+B), ульминит (A+B), аттринит, дензинит, гелинит и корпогуминит.

В плотных бурых углях (sub-bituminous coals, $R_o = 0,39-0,60\%$), согласно этой классификации, выделяется три группы органических микрокомпонентов: группа витринита, инертинита и липтинита. В отличие от лигнитов гелефицированные микрокомпоненты в плотных бурых углях относят к группе витринита (а не гуминита) и выделяют телинит, коллотелинит, витродетринит, коллодетринит, гелинит и корпогелинит.

Разнообразные петрографические типы бурых углей накапливались в разных условиях осадконакопления и климата, чему способствовали своеобразные палеогеографические обстановки. Отличительной особенностью мезозойского торфо- и угленакопления является широкое распространение в юре и мелу хвойных деревьев. В мезозойских углях соответственно наблюдается значительное количество микрокомпонента резинита – смолы, которая в углях Дальнего Востока и Китая превращается во включения янтаря. Смолы много и в углях Таймыра. А в юре в Крыму были распространены реликты хвойных растений семейства араукариевых из которых сформировались гагаты с содержанием битумов, являющиеся уникальными объектами для исследования, которые подчеркивают климатические особенности разных континентов в истории Земли.

Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН на 2020 г. №0135-2019-0073.

Литература

1. Авгушевич И.В., Броновец Т.М., Головин Г.С., Сидорук Е.И., Шуляковская Л.В. Стандартные методы испытания углей. Классификации углей. – М.: НТК «Трек», 2008. – 368 с.
2. Цеховский Ю.Г., Янакурт О.В., Стукалова И.Е. Седиментогенез в мезозойско-кайнозойских континентальных рифтах Центральной Евразии // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2014. № 5. С. 78 – 86.

Е.Е. Талденкова¹, Н.О. Аверкина¹, Я.С. Овсепян², С.Д. Николаев¹

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²Геологический институт РАН, Москва

МАТЕРИАЛ ЛЕДОВОГО И АЙСБЕРГОВОГО РАЗНОСА В ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ И ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКАХ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЫ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Содержание крупнозернистого (более 500 мкм) терригенного материала ледового и айсбергового разноса (ice- and iceberg rafted debris, IRD) в осадках арктических морей позволяет судить как о динамике ледниковых щитов, окружающих Арктический бассейн, так и о вариациях размера морского ледового покрова [1]. Под континентальной окраиной моря Лаптевых в данном исследовании мы подразумеваем внешний шельф и континентальный склон в диапазоне глубин 50–1000 м. В настоящее время в осадках моря Лаптевых повсеместно встречается материал ледового разноса разной размерности, включая и крупнозернистый [2–4]. Кроме того, в осадках присутствует и материал айсбергового разноса, который продуцируется ледниковыми шапками Северной Земли.

Ранее нами было изучено распределение IRD в осадках AMS¹⁴C датированных колонок из западной части моря Лаптевых [5]: с внешнего шельфа (PS51/159, глубина моря 60 м) и с верхней части континентального склона (PS51/154, глубина моря 270 м). Возраст основания колонок составляет 12,2 и 17,6 календарных тысяч лет назад (кал.тыс.л.н.), соответственно. Содержание IRD определяется нами как количество минеральных зерен во фракции более 500 мкм, подсчитанных под бинокляром, на единицу веса исходного непромытого осадка. В дальнейшем было исследовано содержание IRD в осадках AMS¹⁴C датированных колонок с континентального склона восточной части моря Лаптевых. Колонка PS2458 – наиболее глубоко расположенная из всех изученных нами (глубина моря 938 м), а колонка PS51/118 отобрана с самой верхней части континентального склона вблизи бровки шельфа (глубина моря 122 м). Возраст основания колонок равен 17,6 и 10,8 кал.тыс.л.н., соответственно. Надо отметить, что возраст основания колонок PS51/154 и PS2458 – экстраполированный; а наиболее древние из датировок для PS51/154 – 15,4 кал.тыс.л.н. с глубины 569 см [5–6] при общей длине керна 700 см, а для PS2458 – 14,6 кал.тыс.л.н. с глубины 625 см [7] при общей длине керна 822 см.

По совокупности данных по всем исследованным колонкам выделены 2 периода повышенного содержания IRD в осадках – начало дегляциации, примерно 16–17,6 кал.тыс.л.н., и средний-поздний голоцен, после 7,4 кал.тыс.л.н. Содержание IRD в течение большей части дегляциации невелико, незначительное увеличение отмечено только в позднем дриасе около 11,7–12,7 кал.тыс.л.н. В раннем голоцене оно

минимально, что свидетельствует о наибольшем потеплении, сокращении размеров ледников Сев. Земли и смещении к северу среднемноголетней сезонной границы льдов.

Все пики IRD в западной части моря Лаптевых на 1–2 порядка выше одновозрастных пиков в его восточной части. Вероятно, это связано с поставками айсбергового IRD, за счет роста и выдвижения к уровню моря ледников Сев. Земли. На это указывает высокое содержание в них филлитов, характерных пород этого архипелага [5]. Айсберги, в основном, таяли в западной части моря Лаптевых или выносились на север с Трансполярным дрейфом, почти не достигая восточной континентальной окраины моря.

В среднем-позднем голоцене пики IRD имеют периодичность 1–1,5 тысяч лет, и приурочены к следующим временным интервалам: 7–7,4; 6,4–6,6; 5–5,8; 2,8–3,6 и 0,8–1,6 кал.тыс.л.н. Максимальные по численности пики IRD в обоих регионах отмечены около 3 кал.тыс.л.н. Помимо поставок айсбергового IRD в западной части моря, в обоих регионах рост количества IRD связан со смещением к югу сезонной границы льдов в ходе похолодания и соответствующим увеличением количества ледового IRD. Этот материал попадает в дрейфующий лед, образованный на мелководье в период осенних штормов при ледообразовании, и переносится к сезонной границе льдов [4]. Следующим летом он либо вытает в пределах моря Лаптевых, либо выносится с Трансполярным дрейфом за его пределы. Соответственно, чем ближе к берегу сезонная граница льдов, тем большее количество IRD вытает в пределах моря Лаптевых, что и было отмечено нами в исследованных колонках [5]. Одновременно с увеличением IRD отмечается и рост процентного содержания мелководных видов микрофоссилий (при преобладании относительно глубоководных видов), что мы также связываем с аналогичным механизмом поставки материала из прибрежных зон моря [5]. В восточной части моря Лаптевых количество IRD в осадках более мелководной колонки PS51/118 в 2–3 раза выше, чем в колонке PS2458. В западной части моря Лаптевых количество IRD, наоборот, выше на континентальном склоне, чем на внешнем шельфе, что подтверждает предположение о значительном вкладе материала айсбергового разноса с Сев. Земли в этой части моря.

Литература:

1. Stein R. Arctic Ocean sediments: processes, proxies, and paleoenvironment. Amsterdam, Elsevier. 2008. 592 pp.
2. Reimnitz E., Dethleff D., Nürnberg D. Contrasts in Arctic shelf sea-ice regimes and some implications: Beaufort Sea versus Laptev Sea // Mar. Geol. 1994. V. 119. P. 215-225.
3. Nürnberg D., Wollenburg I., Dethleff D., Eicken H., Kassens H., Letzig T., Reimnitz, E., Thiede J. Sediments in Arctic sea ice: implications for entrainment, transport and release // Mar. Geol. 1994. V. 119. P. 185-214.
4. Eicken H., Reimnitz E., Alexandrov V., Martin T., Kassens H., Viehoff T. Sea ice processes in the Laptev Sea and their importance for sediment export // Cont. Shelf Res. 1997. V. 17. № 2. P. 205-233.

5. Taldenkova E., Bauch H.A., Gottschalk J., Nikolaev S., Rostovtseva Y., Ovsepyan Y., Pogodina I., Kandiano E. History of ice-rafting and water mass evolution at the Northern Siberian continental margin (Laptev Sea) during Late Glacial and Holocene times // *Quat. Sci. Rev.* 2010. V.29. № 27-28. P. 3919-3935.
6. Bauch H.A., Mueller-Lupp T., Taldenkova E., Spielhagen R.F., Kassens H., Grootes P.M., Thiede J., Heinemeier J., Petryashov V.V. Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin // *Global Planet. Change.* 2001. V.31. P. 125–139.
7. Spielhagen R.F., Erlenkeuser H., Siebert C. History of freshwater runoff across the Laptev Sea (Arctic) during the Last deglaciation // *Global Planet. Change.* 2005. V.48 (1–3). P. 187–207.

Н.А. Таратунина^{1,2}, В.В. Рогов¹, И.Д. Стрелецкая¹, М.П. Лебедева³, Р.Н. Курбанов^{1,2}, Т.А. Янина^{1,2}, А.Н. Курчатова⁴

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²ИГ РАН, Москва

³Почвенный институт им. В.В. Докучаева

⁴Тюменский индустриальный университет, Тюмень

РАЗВИТИЕ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЛЁССОВ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Циклические колебания климата в плейстоцене по оценкам исследователей находят отражение в структуре лёссово-почвенных серий: в теплые межледниковые и межстадиальные эпохи возростала роль биогенного осадконакопления и формировались почвы; в холодные эпохи, когда происходило значительное расширение площади вечной мерзлоты, накапливались горизонты лёссов и формировались морозобойные трещины [1]. Эти суждения основаны на результатах анализа клиновидных структур, а также многочисленных данных спорово-пыльцевого, микрофаунистического и других видов анализа. Существуют также представления, основанные, главным образом, на анализе гранулометрического состава лёссов, о весьма холодной обстановке в период их формирования и значительном развитии в это время криогенного выветривания [2].

Авторами в 2015–2019 годах проведены полевые исследования в Нижнем Поволжье, которые позволили выявить разновозрастные посткриогенные структуры (псевдоморфозы, криотурбации, инволюции и др.) – следы реликтового сезонного и многолетнего промерзания. Лёссово-почвенные серии Нижнего Поволжья предоставляют уникальную возможность реконструировать этапы развития ландшафтов в период между хазарской и хвалынской трансгрессиями Каспийского моря. В основу работы положены результаты комплексного изучения разреза Средняя Ахтуба, расположенного на левом борту Волго-Ахтубинской долины, в 3 км к югу от населенного пункта Средняя Ахтуба (координаты N 48°42'01.3"; E 44°53'37.1").

Для более подробной характеристики размера частиц анализ тонкопесчаной (0,1-0,05 мм) и крупно пылеватой (0,05–0,01 мм) части лёссов сделан более дробно: обычный диапазон этих фракций был поделен надвое – на более тонкую и более грубую. В горизонтах лёссов наблюдалось преобладание фракции крупной пыли (до 60%), незначительное присутствие частиц размером более 0,25 мм и небольшое содержание глинистой фракции ($<0,001$ мм) – не более 1,5–2,5%. При этом в лёссовых пачках максимум содержания частиц принадлежит большеразмерной части (0,025–0,05 мм) фракции крупной пыли. Некоторыми авторами такая особенность трактуется как показатель формирования лёссовой толщи в холодных и сухих условиях [3]. Гранулометрический состав почвенных горизонтов, разделяющих лёссовые толщи, с одной стороны, более песчаный, но и глинистой составляющей в них больше, чем в лёссах.

Для оценки влияния криогенеза на изучаемые породы, их минералогия была детально проанализирована для основных гранулометрических фракций лёссов – тонкого песка и крупной пыли, и был рассчитан коэффициент криогенной контрастности (ККК). ККК отражает прежде всего не низкие отрицательные температуры, а развитие криогенного разрушения при образовании льда в микротрещинах частиц скелета в условиях достаточной влажности грунта. Величина ККК в отложениях голоценового этапа (МИС-1, слои 2 и 1) уменьшается от 0,98 до 0,76, соответствуя переходу от холодных фаз валдайского оледенения к более теплomu периоду голоцена. Этап накопления аллювиальной толщи, отвечающий второй половине стадии МИС-3 и ранней фазе раннехвалынской трансгрессии Каспия (слои 11–8), характеризуется в его начале и завершении невысокими значениями ККК (0,82), достигая на границе 9 и 10 слоя максимума ККК (1,06) в песках, накопившихся в середине этапа. Такое значение позволяет говорить о коротком, но весьма холодном, времени с наличием вечной мерзлоты, о полигональном растрескивании грунтов, поскольку в указанном слое были встречены псевдоморфозы по мерзлотным клиньям.

Этап ательской регрессии характеризуется невысокими значениями ККК: слой 12 имеет значения 0,86–0,87, слой 13 отражает более холодные условия накопления. Эти значения не предполагают наличие вечной мерзлоты, но свидетельствуют о глубоком сезонном промерзании отложений.

В серии осадков, отвечающей позднехазарскому трансгрессивно-регрессивному этапу в Каспии (МИС-5), в составе и строении отложений четко прослеживается влияние криогенеза на фоне существования вечной мерзлоты с процессами морозобойного растрескивания. Наиболее преобразованными пачками оказались слои 14 (МИС-5а, ККК 1,07) и 16 и 17 (МИС-5с, -5d) со значениями ККК 1,06 и 1,12. Эти горизонты оказались подвержены криогенному изменению в достаточно холодных условиях МИС-4 во время существования на изучаемой территории вечной мерзлоты.

В сухие этапы лёссовообразования (ательский лёсс) более низкие значения ККК можно объяснить существованием морозных (сухих) пород в условиях недостаточного увлажнения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (литология и геохронология, проект 19-77-10077) и Российского фонда фундаментальных исследований (палеопочвенные исследования, проект № 18-04-00638).

Литература

1. Velichko A., Catto N., Tesakov A., Titov V., Morozova T., Semenov V., Timireva S. The structure of Pleistocene loess-paleosol formation in southern Russian plain based on data from eastern Azov sea region // Abstract volume INQUA-SEQS 2010 (Rostov-on-Don, Russia, June 21–26, 2010). Rostov-on-Don, Russia. 2010. P. 184-187.
2. Попов А.И. Лёссовые и лёссовидные породы как продукт криолитогенеза // Вестник МГУ. Серия географическая. 1967. №6. С. 43-48.
3. Deng J., Wang L., Zhang Z.Z., Bing H. Microstructure characteristics and forming environment of late Quaternary Period loess in the Loess Plateau of China // Environ Earth Sci. 2010. № 59. P.1807-1817.

Н.А. Таратунина^{1,2}, С.Н. Тимирева², Ю.М. Кононов², Р.Н. Курбанов^{1,2}

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

ИГ РАН, Москва

ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ДАТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРЕРЫВОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ (НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА ПЕКЛА)

Получение датировок для палеогеографических событий древнее 150 тыс. лет связано с рядом трудностей, в первую очередь, с ограничениями ряда геохронологических методов. Метод оптически-стимулированной люминесценции широко применяется в геохронологических исследованиях четвертичных отложений. Предел датирования этого метода также часто не превышает 150–180 тыс. лет и определяется соотношением накопленной дозы радиации и мощности дозы (содержанию радионуклидов в породе). Однако мощность дозы в некоторых отложениях может снижаться в 2-3 раза, если последние достаточно длительное время испытывали влияние текучих вод, в ходе чего произошло растворение солей U, Th и K. Часто порода характеризуется повышенным содержанием карбонатов (оолиты, раковины моллюсков и микрофауны), свободных от радиации [1]. Таким образом, прибрежно-морские отложения зачастую обладают пониженной скоростью накопления ОСЛ сигнала, что

увеличивает предел датирования. В связи с этим, нами была предпринята попытка получить даты для отложений узунларской трансгрессии среднего плейстоцена.

Авторами был изучен опорный разрез побережья Азовского моря - Пекла (Таманский п-ов). Разрез заложен на высокой морской террасе, на останце между двумя овражками, у борта циркообразного понижения, имеющего несколько ступеней. Ранее этот участок побережья привлекал внимание многих исследователей [2–4], которые установили надежную стратиграфическую выдержанность горизонтов лёссово-почвенной серии.

В исследованной одиннадцатиметровой толще субэкральных отложений было выделено пять палеопочв: раннеплейстоценовая – воронская; среднеплейстоценовая – инжавинская; позднеплейстоценовые – салынская и крутицкая, а также интерстадиальная позднеплейстоценовая – брянская, разделенные лёссами. В верхней части разреза, над горизонтом брянской почвы залегают хорошо выраженные поздневалдайские лёссы, внутри которых визуальнo прослеживается слабо гумусированный горизонт (возможно, трубчевский).

Кроме лёссово-почвенных отложений в разрезе залегает достаточно мощный песчаный слой, расположенный между двумя палеопочвами – инжавинской и салынской, т.е. в этом разрезе каменная палеопочва отсутствует. Этот слой соотносится рядом авторов с узунларской трансгрессией Черного моря [2;5]. Отложения представлены песком глинистым, темно-жёлтым. Встречаются редкие гипсовые новообразования. Присутствуют редкие карбонаты. Нижний контакт четкий, замечен по цвету и гранулометрическому составу. Субэкральная часть разреза подстилается лиманно-морскими отложениями, возраст которых, на основании присутствия в составе малакофауны руководящего вида *Didacna baericrassa*, определяется как чаудинский. Большой удачей стало определение возраста этого слоя, который по положению в разрезе соотносится с одной из узунларских трансгрессий Черного моря. Полученная датировка из нижней части этого слоя составила 279.4 ± 13.8 тыс. лет, что позволяет говорить о его формировании в завершающую фазу МИС 9 (подстадию МИС 9a). Это свидетельствует о том, что морские слои разреза сформировались в эпоху палеоузунларской трансгрессии.

Результаты изучения разреза позволяют сделать предварительное заключение о неполноте геологической летописи, отраженной в строении разреза Пекла – отсутствии в нем отложений, отвечающих временному интервалу МИС 8 – МИС 7.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант 18-55-91010 Монг_оми) и программы Президиума РАН №20, подпрограмма 20.4, проект «Изучение палеопочвенных серий плейстоцена в целях выявления динамики степной территории Приазовья в условиях меняющегося климата».

Литература

1. Курбанов Р.Н., Янина Т.А., Мюррей Э.С., Семиколенных Д.В., Свистунов М.И., Штыркова Е.И. Возраст карангатской трансгрессии Чёрного моря // Вестник Московского университета, Серия география. 2019. №6. С. 29-40.
2. Величко А.А., Морозова Т.Д., Певзнер М.А., Халчева Т.А. Последовательность лёссов и ископаемых почв на чаудинско-бакинских отложениях Таманского полуострова и их палеомагнитные характеристики // Палеомагнитный анализ при изучении четвертичных отложений и вулканитов. М.: Наука, 1973. С. 70-76.
3. Dodonov A.E., Trubikhin V.M., Simakova A.N., Zhou L.P., Markova A.K., Tchepalyga A.L., Aleksandrovski A.L. Middle-Upper Pleistocene bio-climatic and magnetic records of the Northern Black sea coastal area // Quaternary International, 2006. V. 149. Spec. Iss. P. 44-54.
4. Пилипенко О.В., Трубихин В.М. Палеомагнитная запись в позднеплейстоценовых лессово-почвенных отложениях разреза Пекла во временном интервале 425–50 тыс. лет // Физика Земли, 2011. № 8. С. 37–48.
5. Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. М.: АН СССР. 1963. 164 с.

Ю.В. Титов, И.Г. Закирьянов

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени, Когалым

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЯКЯХИНО-ХАЛЬМЕРПАЮИНСКОГО ВАЛА (СЕВЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Пякяхино-Хальмерпаютинский вал, расположенный в Тазовском районе Ямало-Ненецкого автономного округа, является высокоперспективной территорией для поисков на нефть, газ и газоконденсат. Однако, его геолого-геофизическая изученность и охарактеризованность керновым материалом основных нефтегазоносных комплексов весьма неравномерна, а иногда недостаточна. В связи с этим резко возрастает роль седиментационных исследований керна, которые в значительной степени могут детализировать геологическую модель и повысить эффективность геологоразведочных работ.

В основу проведенных седиментационных исследований положено изучение древних обстановок осадконакопления посредством детального послойного описания керна с анализом структурно-текстурных особенностей пород, которые выполнены по методикам, описанным в работах Р.Ч.Селли, Г.Э. Рейнек, О.С.Черновой, В.П.Алексеева, П.П.Тимофеева и др. Изучение доседиментационной истории осадков проводилось путем рассмотрения характера вариаций литогеохимических параметров.

На основании комплексных исследований выявлено, что осадконакопление сортымской свиты (пласт БУ₁₈) произошло в регрессивный этап седиментации [1].

На рассматриваемой территории сортымская свита (пласт БУ₁₈) охарактеризована на большей части Пякяхино-Хальмерпаютинского вала. Однако, в северо-восточной части она замещается мегионской (пласт БТ₁₁) и заполярной (пласт БТ₈) свитами [2]. Накопление обломочного материала происходило в мелководно-морской и прибрежно-морской обстановках. В составе прибрежно-морской обстановки выделены преимущественно алевритовые породы переходной и предфронтальной зон пляжа, а также песчаные аккумулятивные формы. Нижние части разреза характеризуются алеврито-глинистыми отложениями мелководно-морской обстановки, относящимися к дальней зоне пляжа. Характерной особенностью пластов БУ₁₈ и БТ₈ является наличие песчаных тел, сформированных в результате развития системы береговых баров и валов.

Формирование нижней части покурской свиты (пласт ПК₁₈) произошло в регрессивный этап [3] апт-альбского трансгрессивно-регрессивного цикла осадконакопления [1]. Эти отложения вскрыты в западной части Пякяхино-Хальмерпаютинского вала в пределах Пякяхинского месторождения. Ранее проведёнными исследованиями [4] установлено, что накопление кластического материала происходило в надводной части дельтовой обстановки, в пределах которой большую часть занимали песчаные тела распределительных дельтовых рукавов и протоков, меньшую – глинисто-алевритовые отложения дельтовой равнины.

В результате литогеохимических исследований установлено, что бассейн седиментации в нижнемеловое время представлял собой мелководную опреснённую часть (на основании изучения параметров Ti/Mn и Mn/Ni [5]). При этом осадконакопление происходило в преимущественно хорошо аэрируемой среде, что подтверждается вариациями соотношений Ni/Co и V/Cr [5].

Выявлено, что для пород характерна общая направленность процессов выветривания от слабо преобразованных (сортымская, мегионская, заполярная свиты) до относительно более зрелых (покурская свита). Об этом свидетельствуют индексы химического выветривания и алюмосиликатный и гидролизатный модули [5]. Следовательно, алюмосиликокластика поступала в бассейн седиментации из областей, располагающихся в зонах аридного и гумидного климата.

Для сортымской свиты и её возрастных аналогов источником поступающего материала являлись изверженные породы кислого состава (согласно диаграммам Б.П.Розера и Р.Й.Корша [6]), что подтверждается соотношениями La/Sc, Sc/Th, Cr/Th, Co/Th, La_N/Yb_N и Gd_N/Yb_N [5]. В свою очередь, для пород покурской свиты характерны кислые и средние изверженные, реже осадочные (или метаосадочные) образования. Подтверждением этому служит диаграмма М.Р.Бхатия [7]. Осадконакопление происходило в условиях различной удаленности от источника сноса (на основании соотношения Ti/Zr [5]).

Таким образом, проведенные седиментационные исследования позволили реконструировать обстановки формирования нижнемеловых отложений в пределах

Пякяхино-Хальмерпаютинского вала. Уточнены особенности состава областей размыва и некоторые палеогеографические условия.

Литература

1. *Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А., Карагодин Ю.Н. [и др.]*. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 5-6. С. 745-776.
2. *Решения 5-ого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, принятым МРСС-90 14-18 мая 1990 г. (1991)*. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 54 с.
3. *Астаркин С.В., Титов Ю.В., Колпаков В.В.* Строение и условия формирования покурской свиты Пякяхинского месторождения (Большехетская впадина) // Трофимуковские чтения-2017. Новосибирск: Изд-во ИНГиГ им. А.А. Трофимука, 2017. С 46-49.
4. *Астаркин С.В., Титов Ю.В., Колпаков В.В., Качкин А.А., Мирхашимов А.Н., Михеева Л.С.* Реконструкция обстановок осадконакопления нижнемеловых отложений Пякяхинской структуры (центральная часть Большехетской впадины) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии/ Под ред. Е.Ю. Барабошкина, Т.А. Липницкой, А.Ю. Гужикова. Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2018. – С. 38-42.
5. *Маслов А.В.* Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2005. 289 с.
6. *Roser B.P., Korsch R.J.* Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO_2 content and $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ratio // J. of Geol. 1986. V. 94. № 5. P. 635-650.
7. *Bhatia M.R.* Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // J. Geol. 1983. V. 91. № 6. P. 611-627.

Н.Т. Ткач¹, В.Л. Лукаш¹, В.М. Сорокин¹, Т.А. Янина¹

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

СОСТАВ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Каспийский регион является стратотипическим для составления единой стратиграфической и палеогеографической схемы плейстоцена Северной Евразии. Несмотря на более чем вековую историю его изучения, многие вопросы его истории, в том числе и позднеплейстоценовой, являются нерешенными или дискуссионными. Так, нет единого мнения относительно количества трансгрессивно-регрессивных этапов, их причин, уровня, хронологии, природных условий, корреляции с событиями на сопредельных территориях. Наиболее дискуссионным является вопрос хвалынской трансгрессии Каспийского моря, ее положения в системе глобальных климатических изменений [5], а также ее корреляции с палеогеографическими событиями Восточно-Европейской равнины, к которой приурочена большая часть водосбора Каспийского

моря, соотношения с ледниково-межледниковыми ритмами и пльовиальными эпохами [4].

Один из способов корреляции — это установление связи со стоком р. Волги и выявление питающих минералогических провинций в осадках Северного Каспия у дельты р. Волги. Объем терригенного материала, поступающего в придельтовую часть Северного Каспия, более чем на 90% состоит из взвеси, перенесенной р. Волгой [1, 3], поэтому изменения в минералогическом составе осадков должны отражать изменения в питающих провинциях Волжского водосбора.

Волжский бассейн можно разделить на две основных минералогических разных провинции: Камский бассейн и Верхневолжье (бассейн Волги выше устья р. Камы). Различие этих бассейнов в палеогеографическом и геологическом отношении заключается в том, что в области Камского водосбора отсутствовали плейстоценовые оледенения и, соответственно, морены. Верхневолжье, в свою очередь, неоднократно испытывало влияние плейстоценовых оледенений, поэтому реки здесь активно эродировали морены, в особенности днепровскую и московскую. В то время как в Камском бассейне эрозии подвергаются в основном мезозойские отложения [2].

Надежным маркером питающих провинций являются глинистые минералы [2]. Для Верхневолжской минералогической провинции характерно существенное преобладание иллита в их составе: до 70% в днепровской морене и до 80% в московской морене [2]. В Камском бассейне преобладает смектит, широко распространенный в составе глинистых минералов мезозойских отложений этой области [2].

Для исследования состава глинистых минералов изучены керны с площадей Корчагина и Укатная. На основании данных малакофаунистического анализа из каждого керна отобраны образцы, соответствующие хвалынской и новокаспийской толщам, то есть второй половине позднего плейстоцена. Методом отмучивания в каждом образце была выделена тонкопелитовая фракция (<0.002 мм). Состав и содержание глинистых минералов выделенной фракции анализировался методом рентгеновской дифрактометрии. Рентгеновская съемка проводилась на аппарате ДРОН-3М с применением рентгеновской трубки с кобальтовым анодом.

В толще хвалынских отложений, вскрытых на площади Корчагина, преобладает иллит (50–57%), смектит содержится в два раза меньших концентрациях (25–30%), содержание хлорита, как и каолинита, не превышает 12%. Состав глинистых минералов вышележащих новокаспийских отложений отличается: иллит и смектит представлены в равных пропорциях (около 42–48%), а концентрации каолинита и хлорита вдвое меньше (около 5–6%). Хвалынские осадки на площади Укатная характеризуются так же повышенной концентрацией иллита (45–65%) и меньшим содержанием смектита (15–35%), а также относительно высоким содержанием хлорита (до 20%). В свою очередь новокаспийские отложения характеризуются равными пропорциями смектита и иллита (около 35–50%) и равными концентрациями каолинита и хлорита (около 5–9%).

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Повышенные концентрации иллита в хвалынских отложениях могут говорить об увеличении стока и привноса материала из Верхневолжского бассейна. По-видимому, это связано с таянием поздневалдайского ледника и перетоком вод из приледниковых озер по Волге. 2. По-видимому, время накопления хвалынских отложений соотносится с плювиальной эпохой в центральной части Восточно-Европейской равнины [4], однако для уточнения корреляции необходимо создать надежную геохронологию для осадков Северного Каспия. 3. Бóльший контраст между содержанием иллита и смектита в осадках площади Укатная, по сравнению с осадками площади Корчагина, может быть связан с их различной удаленностью от дельты. Иллит подвержен процессам коагуляции в большей степени, чем смектит [3], и поэтому его содержание может увеличиваться при приближении к дельте Волги.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 18-05-00684.

Литература

1. Барсукова Л.А. Биогенный сток р. Волги до после зарегулирования ее стока (1936-1962 гг.) // Аннотация КаспНИИРХ, вып. 6, 1965.
2. Судакова Н.Г., Немцова Г.М., Глушанкова Н.И. Палеогеографические закономерности изменчивости состава морен в центральной части Восточно-Европейской равнины // Вестник Московского Университета. Серия 5: География, №4, 2014, с. 62-68
3. Хрусталеv Ю.П. Закономерности современного осадконакопления в Северном Каспии. Ростов, Изд-во Ростовского университета, 1978. 208 с.
4. Panin A., Matlakhova E. Fluvial chronology in the East European plain over the last 20 ka and its palaeohydrological implications // Catena. 2015. Vol. 130. pp. 46–61
5. Yanina T.A. Correlation of the Late Pleistocene paleogeographical events of the Caspian Sea and Russian Plain // Quaternary International 271, 2012, pp. 120-129

М.А. Тугарова

ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург

РОЛЬ ВИРУСОВ В МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ВЕНДА

Отдавая дань признательности литологам, формировавшим научные школы России, нельзя не вспомнить Н.В. Логвиненко, который в 1967 г. возглавил первую в стране кафедру литологии и морской геологии в ЛГУ. Н.В. Логвиненко был одним из первых отечественных литологов, заговоривших о микробиально-геохимических процессах [1–5]. Современные исследования все больше подтверждают их роль в формировании осадочных пород самого разного вещественного состава.

Среди изученных объектов – цианобактериальные маты венда Непско-Ботуобинской антеклизы в пределах лицензионных участков ПАО «Газпром Нефть».

Цианобактериальные маты представляют собой одну из самых ранних экосистем Земли, но процессы их образования, затухающие последующими длительными вторичными процессами, до сих пор остаются спорными. Так, отсутствие прямых микробиальных признаков вызывало дискуссии о природе карбонатных пород венда. Минерализованные фрагменты удалось выявить в слабо сульфатизированных известковистых доломитах и доломитах венда, имеющих классические макро- и микропризнаки микробиальных матов (рис.).

Электронно-микроскопические исследования проведены в сервисной компании ООО «Нефтеком» (г. Тюмень).

Интересно, что вопреки ожиданиям, химический состав сфероидальных компонентов в доломитах соответствовал SiO_2 (100%), а фрагменты матрикса, вмещающие минерализованные «клетки», были представлены ангидритом (см. рис.). В целом, в валовом составе породы содержание кремнезема фиксировалось на границе аналитических погрешностей, ангидрит – первые проценты, а петрографически кремнезем не фиксировался.

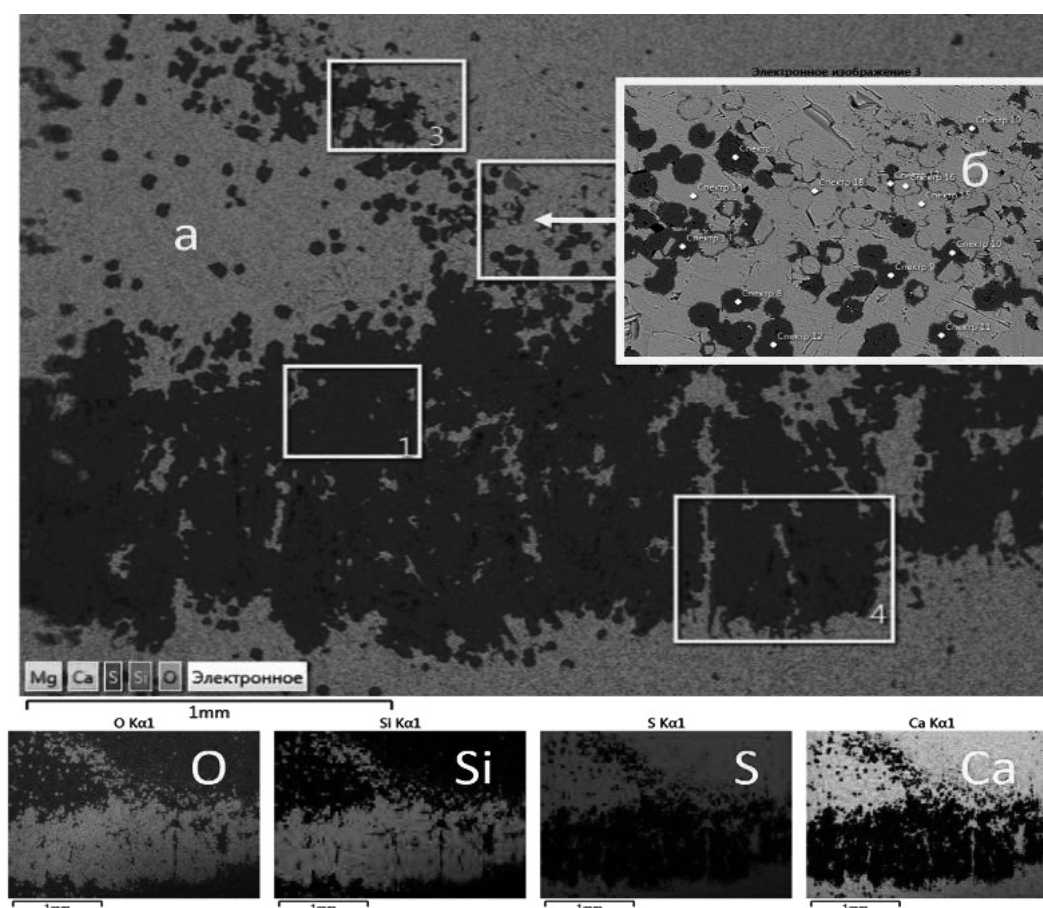


Рисунок. Многослойная карта химического состава - ЭДС (а), электронное изображение (б) и карты распределения отдельных химических элементов – кислорода (O), кремния (Si), серы (S), кальция (Ca).

По своим вещественно-структурным признакам и размерам минерализованные сфероподобные компоненты очень схожи с описанными для современных бактериальных матов минерализованными клетками вирусов и инфицированными вирусами клетками прокариот [6]. По мнению геовирусологов, вирусоподобные частицы являются первичными местами зарождения минеральных осадков. По-видимому, аноксические условия усиливают минерализационный потенциал как прокариотических клеток, так и самих вирусоподобных частиц. В настоящее время уже установлена роль клеточных стенок и внеклеточных полимеров в качестве центров зародышеобразования для осадков с преобладанием химических связей Mg-Si, что приводит к фосилизации прокариот [7, 8]. Вирусный капсид состоит из белков, содержащих реакционноспособные карбоксильные и аминные группы, которые, как известно, играют ключевую роль в связывании катионов и, таким образом, могут выступать в качестве матрицы для минерализации [9]. Нахождение подобных минерализованных фрагментов в ангидритовых микрофрагментах породы заставляет предположить, что именно благодаря ранней сульфатизации они не были подвержены более поздним метасоматическим преобразованиям.

Литература

1. Литология и палеогеография, вып. 5. Сборник научных трудов, посвященный 80-летию проф. Н.В.Логвиненко / Под ред. В. Н. Шванова, Э. И. Сергеевой. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та. 1997. 272 с.
2. Логвиненко Н.В., Орлова Л.В. Физика, химия и биология диагенеза // Осадочная оболочка Земли в пространстве и времени. Седименто- и литогенез. Докл. советск. литологов 28 сессии МГК. М., 1989. С. 32—37.
3. Логвиненко Н.В. Происхождение глауконита в современных осадках океана // Морская геология, седиментология, петрография осадочных пород и геология океана. М., 1980. С. 68—72.
4. Logvinenko N.V. Origin of glauconite in the recent bottom sediment of the Ocean // Sedim. Geol. 1982. Vol. 31. P. 43—48.
5. Логвиненко Н.В. Морская геология. Л., 1980. 343 с.
6. Pacton M. et al. Viruses as new agents of organomineralization in the geological record // Nat. Commun. 5:4298? 2014. doi: 10.1038/ncomms5298
7. Souza-Egipsy, V., Wierzchos, J., Ascaso, C. & Nealson, K. H. Mg-silica precipitation in fossilization mechanisms of sand tufa endolithic microbial community, Mono Lake (California) // Chem. Geol. 217, 2005/ P. 77–87.
8. Pacton, M. et al. Going nano: a new step toward understanding the processes governing freshwater ooid formation // Geology 40, 2012. P. 547–550.
9. Kyle, J. E., Pedersen, K. & Ferris, F. G. Virus mineralization at low pH in the Rio Tinto, Spain// Geomicrobiol. J. 25, 2008. P. 338–345.

Н.А. Тюнин¹, Д.В. Семиколенных²

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²Институт географии РАН, Москва

ТОЛЩА СОВРЕМЕННЫХ ДЕЛЬТОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ КУБАНЬ (ПРИУСТЬЕВОЙ УЧАСТОК ПРАВОГО РУКАВА)

Дельта Кубани – наиболее изменчивый район Предкавказья с точки зрения геологии и геоморфологии. На ее развитие в голоцене, прежде всего, оказывают влияние аккумуляция дельтовых наносов, колебания уровня Азово-Черноморского бассейна, вертикальные тектонические движения. Данные факторы варьируются во времени и пространстве как по амплитуде, так и по направленности. В меньшей степени на дельту воздействуют ветер; волноприбойная активность моря и абразия берегов, вдольбереговые потоки наносов, нагонные явления; русловая эрозия и трансформация речных рукавов; грязевой вулканизм, биота, эоловые процессы и пр. В последние два века всё возрастающее значение принимает хозяйственная деятельность человека. Пространства дельты используются под рисо- и садоводство, рыбозаведение, развивается инфраструктура [1].

**Данные литологического, гранулометрического и кальциметрического анализов
по скважине АСНУ-1**

Таблица 1

№ слоя	Глубина залегания (м)	Литология (содержание частиц физической глины ≤ 10 мкм, %)	Гранулометрические показатели			СаСО ₃ во фракции <63 мкм, %
			Медиан. диаметр частиц (мкм)	Коэфф. сортировки $(Q_3/Q_1)^{1/2}$	Асимметрия $(Q_1*Q_3)/(Q_2)^2$	
1	0,0-0,2	Песок р/з черный с детритом	-	-	-	-
2	0,2-3,1	Песок (2-4%) м/з-с/з бежевый	160-200	1,2-1,6	0,97-1,72	11-12
3	3,1-6,3	Песок (7-8%) и супесь (12-16%) м/з-с/з темно-серая	160-220	1,3-2,6	0,28-1,52	4-19
4	6,3-12,2	Глина (54-88%) серая и темно-серая	3,0-7,9	1,9-3,2	0,89-1,36	1-4
5	12,2-13,4	Ил-глина (65-88%) серая и сизая	3,1-6,0	2,0-2,9	0,92-1,35	0,5-6
6	13,4-14,0	Глина тяжелая (86-95%) коричневая	1,9-2,8	1,8-2,3	1,01-1,09	2-5
7	14,0-16,0	Глина (73-91%) красно-коричневая с друзами гипса	2,2-4,1	1,9-2,6	0,97-1,10	0-5

Радиоуглеродные датировки по скважине АСНУ-1

Таблица 2

№ датировки	Метод	№ слоя	Глубина отбора образца (м)	Материал	Возраст, калиброванных лет
ЛУ-8426	сцинтилляционный	2	3	Раковины <i>Cerastoderma glaucum</i>	250±130
IGAN-6193	AMS	4	8	Прослой органики	6306-6404
ЛУ-8427А	сцинтилляционный	5	13,4	Раковины <i>Cerastoderma glaucum</i>	3030±130
ЛУ-8427В	сцинтилляционный	5	13,4	Раковины <i>Mytilus edulis</i>	3010±130

В июле 2016 г. полевой отряд (руководитель В.А. Дикарев, Д.В. Семиколенных, Н.А. Тюнин) НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова совершил экспедицию в дельту Кубани. В 1,6 км выше левого устья правого рукава (р. Протока) Кубани, между руслом и берегом моря (в 200 м к востоку), была пробурена скважина АСНУ-1 (45°43'11,2" с. ш.; 37°45'49,5" в. д.) с выходом керна (16 м). Абсолютная высота забоя около 0 м. При бурении было сделано литологическое описание керна и отбор образцов (65) на комплексный палеогеографический анализ. Н.А. Тюнин сделал гранулометрический (Fritsch Analysette 22 NanoТес Plus) и кальциметрический (КМ-04М) анализы по всем образцам. Д.В. Семиколенных и Т.А. Янина определила фауну моллюсков. В лаборатории геохронологии СПбГУ получены три радиоуглеродные даты по раковинам, в лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии ИГ РАН (г. Москва) – одна AMS-датировка по органическому материалу. Результаты обобщены в таблицах 1 [2] и 2.

Полученные данные были проинтерпретированы согласно концепции К.К. Маркова [3] и хроностратиграфической шкале голоценовой эпохи для Азово-Черноморского региона [1]. В итоге история развития участка АСНУ-1 представляется следующим образом. Слой 7 формировался в аридных условиях. По литологии и стратиграфическому положению он соответствует поздневалдайским лёссовидным отложениям Приазовья. Слой 6, вероятно, был большей частью размыв несколькими ранне-среднеголоценовыми трансгрессиями моря (~9–3 тыс. лет назад). Слой 5 лагунно-пляжевого генезиса, формировался в позднежеметинское время (около 3 тыс. лет назад). Отложения слоя 4 накопились в лиманно-озерных условиях ранненимфейского времени (~2,5–1 тыс. лет назад); инверсия АМС-датировки. Слой 3 соответствует поздненимфейской лагуне (~1–0,3 тыс. лет назад). Слой 2 – свидетельство существования здесь пляжа в XVIII-XIX вв. Современная дельтовая почва (слой 1) формируется синхронно с выдвижением дельты р. Протока с начала XX в.

Выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-05-00296.

Литература

1. Гидрология дельты и устьевого взморья Кубани / под ред. Михайлова В.Н., Магрицкого Д.В., Иванова А.А. и др. М.: ГЕОС, 2010. 728 с.
2. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: АН СССР, 1958. 192 с.
3. Марков К.К., Каплин П.А., Свиточ А.А. Сопряженный палеогеографический анализ // В кн.: Географические исследования в МГУ. М.: Издательство МГУ, 1976, с. 12-21.

П.А. Фокин¹, Е.Ю. Закревская², Л. Г. Саакян³, Т.Е. Григорян³

¹МГУ имени Ломоносова, Москва

²Геологический музей имени Вернадского, Москва

³Геологический институт НАН Армении, Ереван

НИЖНЕЭОЦЕНОВЫЕ НУММУЛИТОВЫЕ ИЗВЕСТНЯКИ РАЗРЕЗА УРЦАДЗОР (ЮЖНАЯ АРМЕНИЯ)

Разрез палеогеновых отложений близ села Урцадзор расположен в Приараксинской структурно-фациальной зоне Южной Армении, на северном крыле Шагапской синклинали Еревано-Вединского синклинория. Севанская свита – пачка известняков, мощностью около 10 м, относится к слоям с *Nummulites planulatus* (SBZ10 – низы SBZ11), отвечающим зоне NP12- низам NP13 ипрского яруса [1].

Работа представляет собой первый опыт седиментологической интерпретации нуммулитовых карбонатов Армении.

В строении известняков севанской свиты, по текстурно-структурным особенностям и количественным соотношениям биокластов выделяются 9 микрофациальных типов (МФТ), в основном сменяющих друг друга по вертикали.

МФТ1 – разнзернистые полимиктовые песчаники (0,2 м), аналогичные песчаникам котуцкой свиты, но отделенные от них поверхностью скрытого перерыва, маркированной мелкими цианобионтными постройками. Образование МФТ1 – результат местного переотложения песчаных осадков котуцкой свиты деятельностью волн в прибрежной зоне.

МФТ2 – силикокластический мадстоун. Представляет собой рыхловатый фенестровый, частично биотурбированный, параллельно-слоистый мадстоун с примесью песчано-алевритового и мелкогравийного материала (0,8 м). Их образование происходило в нижней части зоны действия волн частично изолированной прибрежной зоны. Микрит имеет преимущественно микробиальное происхождение, его смешивание с терригенной примесью происходило биотурбацией и возможно – воздействием волн.

МФТ3 – пакстоун полибиокластово-родофитовый – флоатстоун дискоциклиновый. Известняки (1,6 м) параллельно-слоистые, прослойками с тонкой косой слоистостью. Среди биокластов преобладают багряные водоросли, среди крупных бентосных фораминифер (КБФ) – ортофрагминиды, в среднем лучшей сохранности, чем нуммулитиды, особенно во флоатстоуне. Формирование отложений могло происходить в за-банковых условиях внешнего края лагуны.

МФТ4 – пакстоун родофитово-крупнофораминиферовый, косослоистый (0,8 и 0,3 м). В верхних частях слоев косая слоистость сменяется параллельной слойчатостью. Биокласты послойно сортированные, примерно 2/3 представлены КБФ, с преобладанием мелких нуммулитид генерации А. В слоях с параллельной слойчатостью отмечается плотная, параллельная и вертикальная укладка уплощенных биокластов. Накопление МФТ4 могло происходить за счет течений, как в тылу нуммулитовой банки, по аналогии с зоной заплеска прибрежных баров (Reading et al., 1996), так и вблизи гребня донной формы.

МФТ5 – грейн-пакстоун полибиокластовый (1 м). Слоистость тонкая параллельная и косая. Биокласты хорошо окатаны, послойно сортированы и сгружены, набор сильно меняется. Первичный микритовый цемент составляет не более 15%. МФТ5 мог накапливаться на гребне и наветренной стороне биокластовой отмели.

МФТ6 – нуммулитовый флоат-пакстоун. Биокласты тонко параллельно- и полого-косослоистых известняков (1,3 м) более, чем на 75% представлены мелкими линзовидными нуммулитами, преимущественно *Nummulites planulatus* (Lamarck) генерации А, часто поврежденными и неравномерно окатанными. Характерна плотная параллельная укладка и послойная сортировка биокластов. Накопление отложений могло происходить во внешней зоне внутреннего рампа за счет выноса вдольбереговыми течениями однообразных нуммулитов с близлежащей нуммулитовой банки.

МФТ7 – пак- и флоатстоун родофитово-крупнофораминиферовый. Известняки тонко параллельно-, косо- и волнистослоистые (2,4 м), иногда со знаками волновой ряби КБФ, с небольшим преобладанием нуммулитид, образуют до 55% биокластов. Накопление МФТ7 могло происходить на глубинах, примерно соответствующих базису волн спокойного периода и/или непосредственно ниже него.

МФТ8 (пак- и флоатстоун фораминиферово-родофитовый) и МФТ9 (пакстоун полибиокластово-родофитовый), общей мощностью 1,5 м, характеризуются тонкой параллельной слоистостью, послойной сортировкой биокластов, преобладанием дискоциклинид над нуммулитидами при уменьшении роли КБФ, с возрастанием до 5-10% роли планктонных фораминифер. Образование отложений происходило в области среднего рампа, по мере углубления бассейна.

Кровля известняков закарстована, в глиноземистом рестите содержатся кристаллокласты плагиоклазов, свидетельствующие о начале среднеэоценового этапа вулканизма, связанного с заложением Севано-Ордубадского рифта.

Отложения севанской свиты фиксируют трансгрессивную стадию развития раннеэоценового бассейна. Накопление известняков происходило в условиях краевой части мелководного бассейна с волновой и штормовой гидродинамикой, при преобладании факторов механического переноса и переотложения материала над биогенными.

Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Комитета по науке Министерства образования, науки, культуры и спорта Республики Армения в рамках совместного проекта 18-55-05017 Арм_а и 18RF-090 и при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 18-05-00495а.

Литература

1. *Vandenbergh N., Hilgen F.J., Speijer R.P.* The Paleogene Period. // *Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M.* The Geologic Time Scale 2012. Elsevier, p. 855-921

Г. Хошраван¹ А.А. Свиточ²

¹ *Каспийский национальный исследовательский центр, Сари, Иран*

² *МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва*

СОВРЕМЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЕ ИРАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЯ

Иранское побережье Каспия – это протяженная (более 600 км) низменная территория шириной от 1 до 60 км, со слабым уклоном в сторону моря. Она представлена хвалынскими и новокаспийскими формами рельефа, первые из них практически полностью перекрыты толщей аллювиально-пролювиальных осадков. На западе и востоке побережья системы береговых валов образуют крупные пересыпи, отделяющие от моря лагуну Энзели и Горганский залив. Особенности геолого-геоморфологического строения и развития иранского побережья Каспия в основном обусловлены граничным положением этой узкой территории берега между альпийскими сооружениями Эльбурса и южной котловиной Каспийского моря – бассейна с разномасштабной ритмикой и гидродинамической активностью. Это определило поступление в береговую зону побережья большого количества наносов, высокие скорости переработки и концентрации в различных формах надводного и подводного рельефа. При этом характер различных форм (и их элементов) рельефа и природного процесса быстро менялся во времени и пространстве. Особенно это хорошо выражено в развитии речных дельт, пересыпей и береговой системы пляж–береговые валы низкой террасы.

Новокаспийская терраса занимает протяженную прибрежную полосу побережья до отметки –20 м. В тыловой части она аккумулятивно-эрозионная с цоколем из мангышлакских галечников, в береговой части аккумулятивная, сложенная

литофациально разнообразными осадками. Для ее верхнего уровня (от –20 до –24 м) характерно присутствие подвижных дюн и следов погребенных и современных почв. Новокаспийская терраса низкого уровня (от –25 до –26 м) располагается в береговой зоне, примыкает к отмершему клифу и представляет систему слившихся (надвинутых) береговых валов, разделенных узкими лагунными понижениями. Ее формирование приходится на последнее крупное повышение уровня моря. В эту эпоху были сформированы и основные черты крупных пересыпей, изолирующих от моря лагуну Энзели и Горганский залив. К этому времени относится и формирование современной системы (дельты) р. Сефидруд. Большое количество твердых наносов, выносимых рекой, приводит к частой смене положения протоков и основного русла реки.

Современная береговая линия побережья слабо расчленена и состоит северо-западной и юго-восточной дуг, сопрягающихся в районе устья реки Сефидруд. Среди современных типов берегов преобладают аккумулятивные отступающие и размываемые. Активно абрадируется мористая часть низкой новокаспийской террасы. Значительная аккумуляция отмечается только в районах крупных дельт, которые за счет выноса массы наносов активно мигрируют на шельф. Так, скорость выдвижения устья р. Сефидруд около 15 м/год, в период снижения уровня Каспия в 1950–1977 гг. она достигала 27–53 м/год [1]. При этом большая часть наносов, выносимых на устьевое взморье, быстро распределяется по подводному склону, где скорость седиментации 10–25 мм/год [2]. На это указывает и строение современных баров и их осадков, изолирующих от моря лагуны, свидетельствующих в пользу господства поперечного переноса терригенных осадков, выносимых реками в море.

В современную эпоху отмечались незначительные колебания уровня Каспия, когда менялся ход береговых процессов: во время падения уровня (1950–1977 гг.) расширялась зона осушки и пляжа, активизировалась эоловая переработка песков береговой зоны, а в последующее повышение уровня Каспия (1978–1995 гг.) усиливался абразионный размыв низкой морской террасы и отмечалось надвигание (выдвижение) современного берегового вала на осадки и сокращение площади смежного лагунного понижения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №17-55-560012.

Литература

1. *Khoshnavan H., Banihashemi S.M., Shapouri M.* Temporal and spatial variation of sand Dunes, the Caspian Sea // *International Journal of Marine Science*, 2013. No 3. P. 173-177.
2. *Khoshnavan H., Naqinezhad A., Alinejad-Tabrizi T., Yanina T.* Gorgan bay environmental consequences due to the Caspian sea rapid water level change // *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 2019. Vol. 18. P. 1–14.

3. Kazanci N., Gulbabazadeh T., Leroy S., Ileri O. Sedimentary and environmental characteristics of the Guilan – Mazandaran plain, Northern Iran influence of long and short term Caspian water level fluctuations on geomorphology // Journal of Marine System, 2004. No 46 P. 145-148.

А.В. Черешинский

ВГУ, Воронеж

МЕЛКИЕ АЛМАЗЫ БАЗАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

На территории Воронежской антеклизы (ВА) мелкие алмазы обнаружены в разновозрастных базальных горизонтах, всего известно 18 разрезов [1, 2]. Данные местонахождения можно объединить в три района – северо-восток, северо-запад и юго-восток антеклизы. Алмазы встречены в четвертичных, палеогеновых, меловых и юрских образованиях.

На северо-востоке ВА установлена алмазоносность 9 разрезов. В пробе, отобранной из разнотернистых прибрежно-морских песков готерив-барремского времени у с. Верхняя Колыбелка, выявлено три зерна алмаза. Из прибрежно-морских и мелководно-морских песков и алевритов аптского возраста выделено 371 зерно, из 5 местонахождений. Максимальные содержания приурочены к Волчинской россыпи и разрезу Андреевка.

Из Волчинской россыпи из тонкотернистых песков и алевритов было выделено 241 зерно алмаза. Их размерность составила 0,15–0,25 мм, среди морфологических форм кристаллов преобладают кубы – 72%, октаэдры – 13%, 15% приходится на другие кристаллографические формы. В результате проведенного опробования в 2001–2005 годы из мелкозернистых песков Волчинской россыпи выделено 79 зерен алмазов. Алмазы представлены в основном октаэдрическими формами, чуть меньшим количеством кубов и кубоидов, присутствуют комбинационные формы, а также неопределимые обломки без четко выраженных элементов огранки, кроме того, имеются уплощенные зерна.

В разрезе Андреевка в мелкозернистых песках аптского яруса было обнаружено 42 знака алмазов. Для алмазов характерен небольшой размер 0,05–0,25 мм, они представлены преимущественно октаэдрами и кубами.

В местонахождении Успенка выделено 7 алмазов, опробованный разрез сложен мелкозернистыми песками альбского возраста. Из Центральной россыпи, в результате опробования тонкотернистых мелководно-морских песков сеномана, получено 17 зерен. Для алмазов характерен небольшой размер – не более 0,2 мм, преобладали кубы, в меньшей степени октаэдры. В пробе из отложений ильинской свиты (разрез Липецкое

городище, нижний неоплейстоцен) выделено одно зерно алмаза, оно представлено октаэдром размером около 1 мм.

По классификации Ю.Л. Орлова [3] большая часть мелких алмазов, выделенных на северо-востоке антеклизы относится к I разновидности, таких алмазов около 73%, 13% относится к IV разновидности – алмазы в оболочке, 11% к XI – импактные алмазы, доля других типов алмазов очень невелика.

На северо-западе антеклизы, установлена алмазоносность 4 разрезов – Михайловский карьер, Боево, Воронья Гора, Малогнеушево.

В пределах Михайловского железорудного карьера микрокристаллы алмаза были выделены из разнозернистых песков батского яруса. Количество знаков алмазов в пробах колеблется от 1 до 29 знаков, всего выделено 39 мелких алмазов. В разрезе Боево из разнозернистых песков альбского возраста выделено 3 зерна алмазов. Из карьера Воронья Гора из альбских отложений (мелкозернистые пески с прослоями грубозернистых) получено 205 микрокристаллов. Четвертичные мелко- тонкозернистые пески (верхнеплейстоценовый аллювий) опробованы в карьере Малогнеушево, получено 27 зерен. Все обнаруженные алмазы имеют очень небольшую размерность, при преобладании гранулометрического класса 0,05–0,07 мм. В пробах преобладают октаэдры и кубы и их комбинации, реже встречаются ромбододэкаэдры.

По классификации Ю.Л. Орлова кристаллы, выделенные в пределах северо-запада антеклизы относятся к алмазам I разновидности.

На юго-востоке ВА из пяти разрезов выделено десять алмазов. В пробе из разнозернистых песков сумской свиты палеогена разреза Нижний Бык содержится три зерна алмаза – октаэдр, куб и осколок кристалла. Один кристалл алмаза обнаружен в пробе, отобранной из базального горизонта сумской свиты палеогена в разрезе Ержовка (Михайловка). Три кристалла алмаза извлечены из палеогеновых грубозернистых песков участка Мамоновка. Один кристалл обнаружен в классе -4+2 мм, представлен слегка поврежденным октаэдром, два кристалла обнаружены в классе -2+1 мм, это обломок октаэдра и обломок шпинеливого двойника.

Два кристалла октаэдрической формы были извлечены из современных русловых отложений участка Россоховатое. Еще один кристалл был найден в пробе, отобранной из делювиально-пролювиальных отложений на участке р. Копанки, он представлен ромбододекаэдроидом.

Все кристаллы юго-востока ВА относятся к первой разновидности по классификации Ю.Л. Орлова.

Таким образом, в пределах Воронежской антеклизы в базальных горизонтах осадочного чехла обнаружено свыше 600 мелких алмазов. Они распределены по территории ВА неравномерно, местонахождения алмазов образуют три района – северо-запад, северо-восток и юго-восток антеклизы. Большая часть зерен выделено на северо-востоке антеклизы преимущественно в мелководно-морских образованиях аптского и

альбского возраста. Для выделенных алмазов характерен первичный кимберлитовый (89 %) и импактный (11 %) генезис.

Литература

1. Савко А. Д., Шевырев Л. Т., Ильяш В. В. Алмазы и их спутники из осадочного чехла Воронежской антеклизы // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. Вып. 47. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2007. 122 с.
2. Шевырев Л. Т., Черешинский А. В. Алмазоносность центральной части Восточно-Европейской платформы (Воронежская антеклиза) // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. Вып. 90. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2015. 283 с.
3. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. М., 1984. 264 с.

А.В. Черешинский, А.Д. Савко
ВГУ, Воронеж

ВЛИЯНИЕ ЭНДОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОСАДОЧНОМ ЧЕХЛЕ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

При становлении и перестройках тектонической структуры Воронежской антеклизы (ВА) неоднократно проявлялись эндогенные процессы. Они выражались в вулканической деятельности, воздействии на осадочные породы гидротерм и эксгалиций, возможном кимберлитовом магматизме. Выделяется шесть эпох проявления таких процессов, каждая из них имеет специфические особенности [1].

В раннегерцинскую эпоху магматизм проявился в несколько этапов. Наиболее ранний из них щелочно-базальтовый в Калужско-Бельской структуре на севере ВА датирован эйфельским веком. Эксплозивный живетский на юго-востоке региона по возрасту отвечает границе живета и франа [2]. В начале позднефранского (петинского) времени, в меньшей степени в его конце (евлано-ливенского), были излияния толеитовых базальтов (поточные и жерловые) с образованием нескольких полей [3]. Их аналоги на Восточно-Европейской платформе имеются в Днепровско-Донецкой впадине и на Тимане. Вулканизм связан с мантийными источниками, как и протерозойские гипербазиты, несущие сульфидное медно-никелевое оруденение. Над ними отмечаются позднегерцинские ореолы рассеяния никеля, кобальта и меди в осадочном чехле, поступавшие из эксгалиций по зонам трещиноватости на контактах интрузий с вмещающими породами [1].

С раннекиммерийской эпохой связано гидротермальное полиметаллическое оруденение в терригенно-карбонатных образованиях каменноугольной системы в пограничных областях ВА и Днепровско-Донецкой впадины. Оно приурочено к

глубинным зонам коровых разломов в пределах Белгородско-Марковской зоны [4], по которым свинец и цинк гидротермами поставлялись в осадочный чехол.

Позднекиммерийская эпоха характеризуется появлением в базальных горизонтах верхнеюрских и нижнемеловых отложений значительных содержаний мелких алмазов и их минералов-спутников [5–7]. Это свидетельствует о кимберлитовом (лампроитовом) магматизме в пределах срединных архейских массивов с повышенной мощностью континентальной коры. Новая вспышка такого магматизма отмечается в раннеальпийскую эпоху, когда породы юры и нижнего мела были полностью перекрыты, а состав и соотношение высокобарических минералов тяжелой фракции значительно изменились. Кимберлитовые диатремы могли появиться в мел-палеогеновый перерыв при поднятии региона. В эту же эпоху проявились гидротермальные процессы в районе Шкурлатской граносиенитовой протрузии. Флюиды, поступавшие при ее движении вверх, сформировали по кораллиту анкеритовый метасоматит, обогащенный баритом, олигонитом, сфалеритом и другими гидротермальными минералами [4].

Позднеальпийская эпоха отличается поднятием региона с разгрузкой напряжений. Она вызвала повышенную трещиноватость пород, особенно в Ливенско-Богучарской шовной зоне сочленения Сарматии и Волго-Уралии. Это сопровождалось эксгальационными процессами с образованием в осадочном чехле ультратонкого золота и интерметаллидов, обогащенных летучими металлами [8–9].

Эндогенные процессы, наложенные на породы осадочного чехла, привели к формированию ряда полезных ископаемых различного генезиса, поиски и разведка которых могут привести к открытию новых для региона месторождений. С девонским магматизмом связаны вулканогенно-осадочные россыпи ильменита, в которых его содержание достигает первых сотен кг/м³, базальтов для производства балластного щебня и каменного литья. Базальты и россыпи ильменита на юго-востоке антеклизы, как и каолины, кварцевые пески, мела, присутствуют во вскрыше медно-никелевых, графитовых месторождений и над куполами гранитоидов, что открывает возможности для их комплексной отработки.

Гидротермальные процессы в мезозое привели к появлению руд сульфидов полиметаллов в породах карбона на юго-западе антеклизы, где прослеживается цепочка их проявлений в зонах развития глубинных разломов. В кайнозое с эскалациями в осадочный чехол связаны проявления ультратонкого золота, одно из которых Русская Журавка на юго-востоке было разведано в прошлом столетии. Но из-за трудностей извлечения металла (7–12%) геологоразведочные работы были остановлены. С появлением новых технологий они могут быть возобновлены.

Наличие мелких алмазов и их минералов-спутников в базальных горизонтах осадочного чехла позволяют предположить алмазonoсный кимберлитовый магматизм в фанерозойской истории антеклизы. Выделяется три эпохи его проявления – позднегерцинская, позднекиммерийская и раннеальпийская. Наиболее достоверна из них

вторая. Поэтому кимберлиты в первую очередь следует искать под нижнемеловыми образованиями.

Литература

1. Черешинский, А. В., Шевырев, Л. Т., Савко, А. Д. Эндогенные процессы и связанный с ними рудогенез в фанерозое Воронежской антеклизы // Вестник ВГУ. Сер. Геология. 2020. № 1. С. 6–29.
2. Милаш А. В., Савко А. Д. Литология девонских отложений юго-востока Воронежской антеклизы. // Тр. НИИ геологии. Воронежск. ун-та. Вып. 100. 2007. 131 с.
3. Быков И. Н. Верхнедевонские базальты на юго-восточной части Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1975. 134 с.
4. Шевырев Л. Т., Савко А. Д., Шишов А. В. Эволюция тектонической структуры Воронежской антеклизы и ее эндогенный рудогенез // Тр. НИИ геологии. Воронежск. ун-та. Вып. 25. 2004. 112 с.
5. Савко А. Д., Шевырев Л. Т., Ильаш В. В. Ассоциация минералов-индикаторов алмазоносности в осадочном чехле Воронежской антеклизы // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. Воронеж, 2001. С. 423–433.
6. Черешинский А. В., Савко А. Д. Акцессорные минералы базальных горизонтов Воронежской антеклизы (в связи с вопросами алмазоносности) // Тр. НИИ геологии. Воронежск. ун-та. Вып. 48. 2007. 120 с.
7. Черешинский А. В. Мелкие алмазы Воронежской антеклизы: распространение, особенности, происхождение // Вестник ВГУ. Сер. Геология. 2015. № 3. С. 83–89.
8. Савко А. Д., Шевырев Л. Т., Ильаш В. В., Божко Е. Н. Золото и редкие минералы в осадочном чехле Воронежской антеклизы // Вестн. ВГУ. Сер. Геология. 1996. № 1. С. 133–138.
9. Савко А. Д., Шевырев Л. Т. Ультратонкое золото // Тр. НИИ геологии. Воронежск. ун-та. Вып. 6. 2001. 151 с.

Т.А. Шарданова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ РОЛЬ В ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЯХ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ

В многочисленных исследованиях, посвященных элементам-примесям в черных сланцах, отмечается общий высокий фон средних содержаний ряда микроэлементов по сравнению с кларками в осадочных породах. Выявлена прямая зависимость между содержанием органического вещества (ОВ) и Fe, Co, Ni, Zn, Ni, Cr, V, Cu, Ti, Mo, S, As, S, Re и ураном [1, 2, 3]. Это указывает на геохимическую специфику высокоуглеродистых комплексов. Отдельные петрохимические модули и индикаторы, такие как титановый, калиевый, щелочной модули, Ti/Zr, V/Ni могут давать

дополнительную информацию о доле терригенного привноса и синхронном вулканизме в бассейне седиментации.

Для идентификации древней аноксической среды можно использовать соотношения Th/U, V/Cr и Ni/Co. Как правило, когда отношение $\text{Th/U} < 2$, $\text{V/Cr} > 2$ и $\text{Ni/Co} > 5$, среда была бескислородной [4]. Рассмотрены изменения этих геохимических модулей в породах баженовской свиты Западной Сибири. Повышенное содержание ОВ в породах и благоприятные условия для его сохранения (пассивная гидродинамика, высокая биопродуктивность) позволяют исследователям предполагать преобладании анаэробных условий не только в осадках, но и в придонных слоях. Однако, присутствие немногочисленных бентосных остатков в отдельных интервалах разреза, указывает на нестабильные редокс-условия. Сравнительный анализ этих геохимических модулей (таблица), характерных для баженовской свиты, показал закономерности, которые тесно связаны с их литолого-фациальной характеристикой.

Геохимические показатели, отражающие редокс условия

Таблица

	Th / U	Ni\Co	V\Cr	Обстановка
Ачимовский комплекс	Сверху вниз от 4,4 до 2	Более 3-5	Более 1,5	аэробная
Верхняя переходная	0,5-1,1	2,9-7,7	1,7-17,9	переменная
Верхний бажен	0,01-0,9	6,4-15,4	4,7-12,3	преобладает анаэробная
Нижний бажен	Выделяются две группы:			
	а) 0,007-0,05	а) 6,2-11,7	а) 2,7-8,7	преобладает анаэробная
	б) 0,1-0,2	б) 0,2-3,4	б) 0,3-1,8	аэробная (радиоляриевая пачка)
Нижняя переходная	Сверху вниз от 0,01 до 3,0	1,6-15	0,5-6,3	переменная
Абалакская свита	2-6,7	2,7-4,2	0,9-1,5	аэробная

Преимущественно глинистые осадки абалакской свиты с остатками двустворок, брахиопод, белемнитов, аммонитов, костными остатками рыб, в верхней части разреза с примесью глауконита формировались в аэробной среде, что подтверждается геохимическими модулями. Нижняя и верхняя переходные зоны баженовской свиты, преимущественно кремнисто-глинистого состава, отличаются широким диапазоном

значений геохимических модулей (от показателей окислительной до восстановительной среды), что объясняется формированием этого комплекса под влиянием периодического привноса, преимущественно глинистого материала штормовыми процессами, периодически прерывающие накопление биогенных илов.

Для пород баженовской свиты, в целом характерны показатели анаэробной обстановки. Основным отличием от переходных зон является резкое увеличение доли кремневой составляющей и ОВ. Зона седиментации находилась ниже штормового базиса и вышла из под влияния штормовых процессов в результате трансгрессии. Основным типом седиментации стал кремневый, планктоногенный. Преобладали периоды с плохой циркуляцией придонных вод, низкими темпами седиментации и спокойным тектоническим режимом. Однако, выделяется интервал в верхней части разреза нижнего бажена, резко отличающийся как по геохимическим модулям (таблица), так и по содержанию урана. Для этого уровня отмечается уменьшение содержания урана от 50-60 ppm до 5-15 ppm, а также резкое уменьшение Ni и V. Для этого интервала отмечается увеличение доли радиоляриевых слоев, а также увеличение их мощности. Необходимо подчеркнуть следующие особенности строения этих интервалов. 1) Слои радиоляритов имеют как выдержанный (в пределах керна) характер, так и линзовидный, нередко нарушенные оползневыми процессами. 2) Нижние границы слоев преимущественно резкие ровные, волнистые, эрозионные, со следами продавливания в подстилающие глинисто-кремнистые высокоуглеродистые породы. Кровля ровная, волнистая. 3) Внутренняя текстура радиоляритов массивная, горизонтальная, градиционная, пологая косая. 4) В отдельных слоях значительное количество рыбьего детрита. Отмечаются ходы илоедов как мелкие, так и крупные, ориентированные по слоистости. Описанные структурно-текстурные особенности радиоляритов позволяют предположить, что в их формировании участвовали гравитационные потоки, которые сносили радиоляриевые илы

Литература

1. Неручев С.Г. Уран и жизнь в истории Земли. СПб.: ВНИГРИ, 2007, 328 с.
2. Цветков Л.Д., Цветкова Н.Л. Сланцевые углеводороды (библиографический обзор): Ярославль, 2012, 300 с.
3. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988. – 272 с.
4. Wu Lanyu, Hu Dongfeng, Lu Yongchao et al. Advantageous shale lithofacies of Wufeng Formation-Longmaxi Formation in Fuling gas field of Sichuan Basin, SW China // Petrol. Explor. and Develop. 2016. Vol. 43, N2. P. 189–197.

Е.В. Яковишина, С.И. Бордунов, Е.М. Кирилишина, С.С. Демьянков
МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

О ПРИРОДЕ ИХНОФОССИЛИЙ PALEODICTYON ИЗ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КРЫМА

Палеодиктион *Paleodictyon* Meneghini, 1850, это ихнофоссилия-проблематика, легко узнаваемые гиероглифы (скульптурные образования невыясненного происхождения). *Paleodictyon* представляет собой сетку из правильных шестиугольных ячеек, разделенных сплошными рельефными валиками. По внешнему виду структура напоминает пчелиные соты. Размер ячеек в диаметре от нескольких мм до нескольких см, перегородки между ними толщиной 0,5 – 2 мм. Такая сетка может покрывать большую площадь, до 1м². Причем, на одном образце могут сочетаться ячейки разных размеров. Иногда шестиугольники бывают удлинены. Несмотря на длительную историю изучения, эти образования до сих пор вызывают массу вопросов [1].

Ячейки *Paleodictyon* встречаются в фанерозойских (кембрий-современность) отложениях практически повсеместно [2,3]. Они широко распространены в мезозойских и кайнозойских флишевых отложениях различных палеобассейнов по всему Земному шару.

Как правило, находки палеодиктионов связаны с отложениями турбидитов. Важно, чтобы разрез имел ритмическое строение, причем, в тонкослоистых прослоях эти находки встречаются чаще, чем в толстослоистых [4]. Обычно образования палеодиктиона наблюдаются на нижней поверхности пластов, т.е. являются негативными отпечатками. Однако, на верхних поверхностях напластования также встречаются ячейки, подобные палеодиктиону, которые по рельефу являются позитивными отпечатками [5,6]. Систематический обзор палеодиктионов подробно приводится в работах О.С. Вялова [2,5,6].

Природа образования *Paleodictyon* до сих пор точно не выяснена. Гипотезы его происхождения можно разделить на две группы – абиогенная и биогенная [1,7,8].

В глубоководных областях океанов также были обнаружены современные образования, идентичные ископаемым *Paleodictyon*. Эти открытия были сделаны в рифтовой долине Срединно-Атлантического хребта [3]. В этой работе палеодиктион интерпретируется как след разведения микробов. Предполагается, что животное, ответственное за образование этих следов, формирует правильную сетку ходов, стенки которых выстланы органическим материалом. После того, как колонии микробов поселяются и разрастаются на этих обогащенных органическим веществом поверхностях, животное поедает их [3].

В то же время, в работе Л.В. Поповой структура *Paleodictyon* трактуется как конвекционные ячейки Бенара в качестве примера самоорганизации в неживых системах [7].

В Крыму *Paleodictyon* встречается во флишевых толщах на поверхностях напластования в подошве прослоев песчаников. Интересно, что именно в юрских отложениях Крыма была сделана одна из первых находок палеодиктион. В середине XIX века на южном побережье Э.Эйхвальд, нашедший необычные ячейки в виде сетки на поверхности песчаников, определил их как ископаемую губку [9].

Авторами проанализировано 12 образцов с *Paleodictyon* из песчаников верхнетааврической (J_{1vt}) и бешуйской свит (J_{2b}) Крыма. Исследования под электронным сканирующим микроскопом (СЭМ), дали новые данные о внутреннем строении ячеек ихнофоссилий. Выступающие перегородки шестигональных сот на поверхности подошвы песчаников состоят из тел сферической формы (сферул) диаметром от 5 до 25 микрон с преобладающим размером всего 10-20 микрон. Внутри сферула состоит из тонких трубчатых образований диаметром 1-2 микрона. Сверху сферула покрыта тонкой оболочкой с порами диаметром до 1 микрона. Как правило, сферулы находятся в поровом пространстве песчаников в глинистом матриксе. Это дает основание предполагать, что образование данных сферул происходило в еще слаболитифицированном осадке и микроорганизмы заселяли, именно, осадок песчаной размерности, как верхний приповерхностный элемент флишоидного ритма с относительно хорошей его аэрацией.

Таким образом, ячейки *Paleodictyon* представляют собой позитивный слепок породы. Первоначально кровля глинистого осадка имела ровную поверхность, и только после формирования песчаного подэлемента ритма происходило образование сферул (коккоидных колоний) микроорганизмов на границе глинистого и песчанистого слоев осадка. Глинистый слой осадка, вероятно, служил питательным субстратом для микроорганизмов, сформировавших ячеистый рисунок данных ихнофоссилий. В шлифах встречено черное органическое вещество рядом с коккоидными колониями. Также следует отметить наличие фрамбоидов пирита в стенках ячеек. Фрамбоиды пирита, несмотря на внешнее сходство, имеют существенно иное строение, что хорошо видно при больших увеличениях на СЭМ. Химический состав сферул, образованных, в основном, из окислов железа, подтверждает существование *Paleodictyon* в условиях среды, насыщенной кислородом. На среду, насыщенную кислородом и органическим углеродом также указывают скопления биогенного гематита. Таким образом, полученные данные указывают на бактериальную природу ихнофоссилий *Paleodictyon*.

Работа выполнена при поддержке проектов РФФИ 19-05-00361, 18-05-00495, 18-05-00503.

Литература

1. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология. — Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. — С. 39—40. — 122 с
2. Вялов О.С. Обзор семейства *Paleodictynidae* // Палеонтологические и биостратиграфические исследования при геологической съемке на Украине: Сб. науч. тр. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 7-27.
3. Rona P. A., Seilacher A. *Paleodictyon nodosum*: A living fossil on the deep-sea floor (англ.) // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. — 2009. — Vol. 56. — P. 1700—1712.
4. Monaco P. Taphonomic features of *Paleodictyon* and other graphoglyptid trace fossils in Oligo-Miocene thin-bedded turbidites, Northern Apennines, Italy // *Palaios*. — 2008. — Vol. 23. — P. 667-682
5. Вялов О.С., Голев Б.Т. К систематике *Palaeodictyon*. Докл. АН СССР, т. 134, NQ 1, 1960, 175 с.
6. Вялов О.С., Голев Б.Т. *Paleodictyon* Крыма // Изв. ВУЗов. Геол. и развед. 1964. №3. С.24—36
7. Попова Л.В. Проблема *Paleodictyon* // Вископна фауна і флора України: палеоекологічний та стратиграфічний аспекти: Зб. наук. праць ІГН НАН України. — К., 2009. — С. 392-396.
8. Seilacher A. Pattern analysis of *Paleodictyon* and related Trace Fossils // Trace Fossils, 2 / Crimes T.P., Harper J.C., eds. — Geolog. J. Spec. Issue. — 1977. — № 9. — P. 289—334.
9. Барабошкин Е.Ю., Янин Б.Т. Некоторые ихнофоссилии из эскиординской и таврической серий (поздний триас — ранняя юра) Горного Крыма // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии // Захаров В.А., Рогов М.А., Щепетова Е.В. (ред.). М.: ГИН РАН. 2017. С. 9-12

Т.А. Янина¹, В.М. Сорокин¹, Б.Ф. Романюк²

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²Моринжгеология, Рига

ОТРАЖЕНИЕ РЕГРЕССИВНЫХ ЭПОХ В СТРОЕНИИ ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНОЙ ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ КАСПИЯ

В позднелайстоценовой истории Каспийского моря известны регрессии разного масштаба и длительности, наиболее значительные из них — ательская и мангышлакская. Они ярко выражены в строении осадочной толщи Северного Каспия. Нами проведено комплексное изучение регрессивных отложений в верхнелайстоценовой осадочной толще Северного Каспия на площадях разрабатываемых ЛУКОЙЛ нефтяных месторождений.

На сейсмоакустических разрезах ательская регрессия выражена врезами, четко проявляющимися под отражающим горизонтом ОГ-4, который трассируется по подошве хвалыньских отложений, мангышлакская регрессия выражена аналогичными депрессиями в верхах разреза под новокаспийскими осадками. Ательские отложения на шельфе Северного Каспия заполняют палеопонижения, представляющие собой пресноводные (либо слабосоленоватые) континентальные водоемы. Они были

выработаны в толще гирканских морских осадков в субаэральных условиях в процессе развития регрессии и, по-видимому, связаны с миграцией Палеоволги в южном направлении. Толща имеет неоднородный литологический состав и отличается специфическими свойствами отложений. В ней залегают, чередуясь, суглинки, глины, находящиеся в полутвердом, реже тугопластичном, состоянии, супесь пластичная. При этом глины, переслаивающиеся с суглинками, характерны для понижений, а супеси в ассоциации с суглинками слагают возвышения, разделяющие эти палеоформы. В понижениях вверху интервала отмечены включения и послойные скопления растительного детрита и раковин. Характерными особенностями грунтов, отличающими их от подстилающих и перекрывающих отложений, являются большая плотность, малая влажность, наличие мелких трещин, свидетельствующие о преобразовании их в воздушной среде, сопровождающимся «высушиванием» - обезвоживанием и уплотнением осадков. Состав органических остатков соответствует водно-болотным условиям неглубоких водоемов с водой, бедной биогенными элементами, но богатой карбонатами. Среди растительного материала преобладают фрагменты высших водных растений (роголистник и рогоз); присутствуют обломки и целые раковины пресноводных и наземных моллюсков.

По результатам радиоуглеродного анализа гуминовых кислот, выделенных из торфоподобных образований, залегающих в кровле ательской толщи, получены датировки: 36680 ± 850 (41628 ± 575 кал. лет) (ИГАН-4541); 37100 ± 660 (41907 ± 455 кал. лет) (САМ 163762); 40830 ± 100 (44367 ± 700 кал. лет) (ИГАН-4542). Следует отметить хорошее совпадение полученных в разных лабораториях и разными модификациями метода данных по для одного и того же образца (ИГАН-4541 и САМ 163762) [1]. Датировки указывают, что заключительные этапы ательской эпохи в Каспийском море относятся к начальным стадиям средневалдайского мегаинтерстадиала Восточно-Европейской равнины (МИС 3). Тогда как самый низкий уровень ательской регрессии и формирование эрозионных врезов на территории Северного Каспия были приурочены к глобальному похолоданию в начале калининской (ранневалдайской) ледниковой эпохи (МИС 4). Это подтверждают многочисленные проявления многолетней мерзлоты в основании ательской толщи в разрезах Северного Прикаспия.

Замкнутые понижения, заполненные осадками периода мангышлакской регрессии, выявлены на большой площади Северного Каспия. Они врезаны в неоднородные по составу и структуре хвалынские отложения. Палеодепрессии обычно вытянуты в субширотном направлении, протягиваясь иногда на несколько километров параллельно или сближаясь друг с другом. Их ширина чаще составляет 300–500 м, глубина 6–8 м, иногда 12–13 м. По морфологии и расположению они аналогичны современным подступным ильменям дельты Волги. На высокочастотных сейсмоакустических разрезах отчетливо отображается тонкослоистая структура и последовательность заполнения понижений. Доминируют глины текущие и

текучепластичные, содержащие включения растительного детрита, пресноводных и слабосоленоводных раковин. У основания понижений наблюдаются обогащенные органическим веществом глинисто-карбонатные осадки типа слабо консолидированных сапропелей; у склонов палеопонижений и в центральных частях над глинами местами залегают пылеватые пески и тонкие прослойки торфа. В составе органического материала торфа доминируют остатки высших растений, среди которых преобладает “мумифицированный” материал, остатки тростника, присутствуют остатки водорослей. Состав биоостатков позволяет предположить две стадии развития водоемов, заполнявших палеопонижения: раннюю, сапропелевую, когда осадки формировались в более глубоких и открытых водоемах с заросшим дном, со значительным привносом терригенного материала, и позднюю, торфяную, с формированием осадков в мелководных водоемах, заросших почти полностью, со стоячими или слабо подвижными водами, с малым привносом терригенного материала [2]. Положение береговой зоны в максимум регрессии маркируется обширным конусом выноса на современных глубинах около 45–60 м. По данным радиоуглеродного датирования, возраст осадков находится в интервале 9860–6350 лет (~11400–7300 кал. лет). В климатическом отношении эпоха развития мангышлакской регрессии (ранний голоцен) характеризовалась сравнительно высокой теплообеспеченностью и сухостью. Ательская и мангышлакская регрессии Каспия были обусловлены климатическими условиями.

Ательская регрессия изучена в рамках проекта РФФИ № 18-00-00470; мангышлакская регрессия – по проекту РФФИ № 18-05-00684.

Литература

1. Безродных Ю.П., Сорокин В.М., Янина Т.А. Об ательской регрессии Каспийского моря // Вестник Московского ун-та. Серия 5: География. 2015. № 2. С. 77-85.
2. Безродных Ю.П., Деля С.В., Романюк Б.Ф., Федоров В.И., Сорокин В.М., Лукаш В.Л. Мангышлакские отложения (голоцен) Северного Каспия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22, № 4. С. 88—108.

Т.А. Янина

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

БИОСТРАТИГРАФИЯ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

В основу биостратиграфии каспийского неоплейстоцена положены эволюционные изменения и закономерности экологической смены сообществ моллюсков рода *Didacna* Eichw. Усилиями многих ученых (Андрусов, Богачев, Наливкин, Голубятников, Православлев, Жуков, Федоров, Невеская, Векилов, Свиточ, Глазунова, Артамонов, Попов) выполнено детальное расчленение каспийских отложений.

В схемах разных исследователей, однако, реально существующие геологические толщи выделены в разном стратиграфическом интервале и ранге и нечеткой номенклатурной позиции.

Автор придерживается регионально-стратиграфической концепции, согласно которой стратиграфия должна опираться на историко-геологический принцип расчленения древних отложений. Выделенные в составе малакофауны фаунистические группировки разного таксономического состава и ранга, отвечающие палеогеографическим событиям разного иерархического уровня, явились основой для биостратиграфического расчленения каспийского неоплейстоцена, дополняющего и уточняющего существующие схемы, характеризующегося упорядочением систематизации стратиграфических подразделений и определением их валидных стратотипов. Для выделенных стратонавов предложены стратотипические местонахождения фаун, комплексов и подкомплексов.

Каспийский неоплейстоцен представляет собой биозону *Didaspa* – совокупность отложений, которая охватывает полный стратиграфический интервал распространения этого таксона. По временному развитию в ней фаун зона разделяется на подзоны, составляющие биостратиграфическое основание для выделения горизонтов. Им отвечают совокупности пород, сформировавшиеся в определенный этап геологической истории региона, который нашел отражение в особенностях осадконакопления и в смене фаун, населявших Каспий. Установлены бакинский, урунджикский, нижнехазарский, верхнехазарский, хвалынский и новокаспийский горизонты, по палеогеографическому содержанию отвечающие одноименным трансгрессивным эпохам в истории Каспия. Для горизонтов определены руководящие и характерные виды [1].

Более дробные биостратиграфические единицы – интервал-зоны, охарактеризованные разновозрастными фаунистическими комплексами, являются основой для выделения подгоризонтов. В палеогеографическом отношении они соответствуют крупным трансгрессивным стадиям, отделенным регрессиями, в составе трансгрессивных эпох, отраженным в строении осадков и их малакофаунистическом содержании. В составе нижнехазарского горизонта установлены три подгоризонта; верхнехазарского и хвалынского горизонтов – по два подгоризонта, охарактеризованные соответствующими фаунистическими комплексами. Для подгоризонтов определены руководящие и характерные виды. Еще более дробное стратиграфическое подразделение – слои – выделены на основе содержащихся в них подкомплексов моллюсков. Для бакинского горизонта установлены ниже- и верхнебакинские, для урунджикского – ниже- и верхнеурунджикские, для новокаспийского – нижние, средние и верхние (современные) слои. Подразделение на слои выполнено для нижнего и верхнего нижнехазарских подгоризонтов в юго-западной области, нижнего нижнехазарского подгоризонта Апшеронского полуострова, отражающие разные этапы развития трансгрессивных стадий. Для слоев определены характерные виды. В составе

отдельных подгоризонтов (например, нижнехвалынского) или слоев (например, средних новокаспийских) выделены пачки, охарактеризованные малакофаунистическими сообществами, отражающими низкопорядковые осцилляции бассейна, выраженные в разнообразных фациях. Ассоциации моллюсков, установленные для фаунистических единиц разного таксономического ранга, отражающие разнообразие палеоэкологических условий бассейнов по их площади, показывают фациальное разнообразие горизонтов, подгоризонтов и слоев [1]. Предложенная биостратиграфическая схема морского плейстоцена Каспийского региона не включает осадки регрессивных бассейнов Каспия, сведения о малакофаунистическом содержании которых пока очень немногочисленны.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-00-00470.

Литература

1. Янина Т.А. Дидакны Понто-Каспия. М.; Смоленск: Манджента, 2005. 300 с.

Е.П. Янин

ГЕОХИ имени В.И. Вернадского РАН, Москва

ТЕХНОГЕННЫЕ ИЛЫ – НОВЫЙ ВИД СОВРЕМЕННЫХ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕКАХ ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТОВ

В городских ландшафтах сточные воды и поверхностный сток с освоенных территорий обуславливают интенсивную поставку в речную сеть твердого техногенного материала, что приводит к резкому изменению режима наносов, процессов и продуктов аллювиального осадконакопления. В таких районах в реках (особенно малых и средних) формируется новый вид русловых отложений – техногенные илы, выстилающие речные русла на протяжении десятков километров и достигающие мощности от 0,5–1 м до 3–3,5 м [1–4]. Они представляют собой сложные органоминеральные образования, гранулометрические характеристики, минеральный состав и геохимические особенности которых в существенной мере определяются поступающим в реки техногенным осадочным материалом и резко отличают их от типичного (фонового) руслового аллювия.

Образование илов происходит за счет смешения в русле реки двух транспортных потоков осадочного материала – техногенного и природного. При этом решающее значение в формировании литологических и геохимических пространственных различий илов имеют чисто физические процессы – механический разнос и фракционирование твердых фаз техногенных наносов. Нередко важную роль в накоплении илов играют химико-биогенные процессы, главным образом на стадии вторичного преобразования отложений, особенно на участках смешения сточных вод с речными, при возможных в условиях техногенеза резких изменениях физико-химических условий среды

осадконакопления и возникновении на отдельных участках русла глеевой обстановки. Непосредственное накопление илов в руслах рек обусловлено гидравлическим осаждением поступающих взвешенных веществ и процессами коагуляции тонкой взвеси и коллоидов и их последующего выпадения в осадок. Определенное значение имеет осаждение аморфных веществ, образующихся в результате сорбционных процессов и флокуляции. Накопление илов предопределяется благоприятными геоморфологическими условиями (общее расширение речной долины, формирование широко-пойменного русла, наличие многочисленных меандр, выполаживание продольного профиля русла), также развитием зарослей макрофитов, невысокой скоростью течения водотоков в меженные периоды. Особую роль в накоплении илов играют гидротехнические сооружения (плотины, мостовые переходы, крупногабаритный мусор и т. п.).

В морфологическом отношении илы представляют собой темно-серые или черные песчано-алевритово-глинистые отложения с обилием органического вещества и специфическим (чаще всего, «химическим», реже «фекальным») запахом. В местах своего максимального накопления илы, как правило, стратифицированы по вертикали. Верхний слой их (обычно 0–20 см) представляет собой насыщенную хлопьеобразную суспензию органоминерального состава. Ниже (слой ~ 20–60 см) формируются илы с ячеисто-хлопьевидной структурой и вязкотекучим состоянием, далее идут илы с текучепластичной консистенцией. В самых нижних слоях осадочной толщи (от 120 до 350 см) из-за потери свободной и рыхлосвязанной воды пористость илов уменьшается; они становятся более плотными и приобретают мягкопластичную консистенцию.

С геохимической точки зрения илы представляют собой неустойчивую физико-химическую систему, способную к активным вторичным (диагенетическим) преобразованиям. Они отличаются от типичного (фонового) руслового аллювия более высокими содержаниями алеврито-глинистых частиц, органического вещества (специфического группового и индивидуального состава), глинозема, закиси железа, оксида кальция, многих химических элементов, особенно тяжелых металлов (Hg, Cd, Pb, Ag, Zn, Sn, Cu, Ni, Cr и др.), повышенной карбонатностью, присутствием свободной серы, различных новообразований, характерных минералов (портландита, асбестовых волокон и др.) и техногенных (искусственных) частиц. Илы концентрируют основную массу поступающих в реки загрязняющих веществ и являются ареной развития интенсивных и протяженных техногенных геохимических аномалий (зон техногенного загрязнения). Отличаясь высокими содержаниями илисто-глинистых частиц и техногенной органики, илы обладают повышенной устойчивостью к размыву, формируют различные формы руслового рельефа и тем самым влияют на ход руслового процесса и динамику речного русла. Русло реки, сложенное на значительной части илами, обладает увеличенной способностью к транспорту поступающих со стоками

взвешенных и коллоидных частиц и их последующей аккумуляции на значительном удалении от источников загрязнения.

В общем случае накопление техногенных илов в руслах рек меняет характер русловых процессов и геоморфологию русла, приводит к резкому изменению геохимического облика речных систем и имеет важное биогеохимическое и экологическое значение. Илы обладают высокой эколого-токсикологической опасностью и являются долговременным источником вторичного загрязнения водной массы, гидробионтов и пойменных ландшафтов.

Литература

1. Янин Е.П. Техногенные потоки рассеяния химических элементов в донных отложениях поверхностных водотоков // Советская геология. 1988. № 10. С. 101–109.
2. Янин Е.П. Геохимические особенности и экологическое значение техногенных илов // Разведка и охрана недр. 1994. № 5. С. 35–37.
3. Янин Е.П. Техногенные речные илы (условия формирования, вещественный состав, геохимические особенности). М.: НП «АРСО», 2018. 415 с.
4. Yanin E.P. Material Composition and Geochemical Characteristics of Technogenic River Silts // Geochemistry International. 2019. Vol. 57. № 13. P. 1361–1454.

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. Секция «Осадочные породы» МОИП*Седаева К.М.*

Секция «Осадочные породы» Московского общества испытателей природы: от возникновения и до настоящего времени	3
--	---

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. Литологические школы России*Вакуленко Л.Г., Ян П.А.*

Литологические исследования в ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск): история и перспективы	12
---	----

Недоливко Н.М., Краснощекова Л.А., Тен Т.Г., Чернова О.С., Шалдыбин М.В.

Томская литологическая школа	19
------------------------------------	----

Нургалеева Н.Г., Хасанов Р.Р., Морозов В.П.

Литологические исследования в Казанском университете: прошлое, настоящее, будущее	23
---	----

Попов Ю.В.

Становление геологического направления в Ростовском университете в 1915–1920 гг.	28
---	----

Бойко Н.И.

Ростовская литологическая школа	30
---------------------------------------	----

Савко А.Д., Иванов Д.А.

Литологическая школа Воронежского госуниверситета	33
---	----

Антошкина А.И., Салдин В.А.

Литологические исследования в Институте геологии ФИЦ КОМИ НЦ УрО РАН	39
--	----

Тугарова М.А., Платонов М.В., Ситников Т.А.

Ленинградская школа литологии	45
-------------------------------------	----

Левитан М.А.

Литологическая школа академика А.Б. Ронова	52
--	----

Стукалова И.Е.

Развитие идей в области угольной геологии и петрографии в Геологическом институте РАН	55
---	----

Постников А.В., Постникова О.В.

Краткий очерк становления научной школы кафедры литологии Губкинского университета	60
--	----

Карнюшина Е.Е., Конюхов А.И.

Научная школа литологии нефтегазоносных толщ в истории кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ	70
---	----

Ростовцева Ю.В.

Литологическая школа МГУ имени М.В. Ломоносова 72

Седаева К.М.

Лаборатория литологии на кафедре исторической и региональной геологии
МГУ: предыстория и развитие 81

Агафонова Г.В.

Литологическая школа МГРИ в работах московских исследовательских
нефтяных геологических институтов 86

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. Результаты исследований

Агафонова Г.В., Зайцева Е.Л., Рахимова Е.В.

Новые данные о строении отложений башкирского яруса в пределах южной
части Бузулукской впадины 89

Ал Халум Ахмед

Литолого-петрографическая характеристика пород бассейна Пальмира 91

Астаркин С.В., Татаринцева А.А., Мартынова О.К., Вологина В.М.

Обстановки осадконакопления в поздневасюганское время западного
окончания Северо-Вартовской мегатеррасы 93

Бердникова А.А., Янина Т.А., Зенина М.А., Сорокин В.М.

Первые результаты изучения осадочной толщи Чёрного и Каспийского
морей времени последней ледниковой эпохи 95

Болиховская Н.С.

Палинология субаэральных отложений 97

Волкова В.В., Пинчук Т.Н.

Фациальный анализ продуктивных горизонтов средней юры Баракаевской
площади 100

Гараева А.Н., Королёв А.Э.

Минералогические индикаторы фонового литогенеза погружения в
нефтеносных песчаниках пашийского горизонта Ромашкинского
месторождения 103

Глушанкова Н.И.

Строение, состав и условия формирования перигляциально-лессовой
формации в восточном секторе Русской равнины 105

Глушанкова Н.И., Судакова Н.Г.

Карбонатность морен как диагностический и корреляционный показатель
разновозрастных горизонтов в центре Русской равнины 107

Дикарёв В.А.

Разрез голоценовой террасы Азовского моря в бухте Широкая (Керченский
полуостров) 109

Дмитриев Д.А., Жабин А.В.

Кремненакопление в меловое и палеогеновое время на территории
Центрально-Черноземного региона 112

Дмитриев Д.А., Жабин А.В.

Генезис глауконита (на примере осадочных отложений Воронежской
антеклизы) 113

Жолудева В.А.

Морфолого-генетические разновидности глинистых минералов цемента
обломочных пород и их влияние на характер динамики проницаемости 116

Жуковская Е.А., Лоханова О.Д.

К вопросу о потенциале цифровизации петрографии осадочных
терригенных пород 118

Журавлева Л.М.

Морфолого-генетические типы нефтегазоносных рифов палеозоя 120

Зинчук М.Н., Зинчук Н.Н.

Минералы – индикаторы условий образования древних алмазоносных
осадочных толщ 122

Зинчук Н.Н.

Ассоциации глинистых минералов в алмазопроисловых работах 124

Зуева О.А., Постникова О.В.

Условия формирования и катагенетические преобразования пород-
коллекторов мошакской свиты в пределах зоны Ангарских складок 126

Карпова Е.В., Мануилова Е.А.

Флюидный минералогенез в породах БАК участка Красноленинского
свода..... 128

Карпунин С.С., Судакова Н.Г.

Комплексный анализ плейстоценовых литосистем в целях
палеогеографических реконструкций и стратиграфических построений 130

Коробов А.Д., Коробова Л.А., Рахторин А.Н.

К вопросу оценки соответствия вторичных изменений вмещающих угли
пород степени метаморфизма самих углей 133

Корсакова О.П., Еловичева Я.К., Молодков А.Н., Колька В.В.

Особенности морского осадконакопления Беломорья (на примере опорного
разреза Варзуга) 128

Крайнов А.В.

Новые данные по минералогическому районированию керамических глин в
пределах ЦФО 135

<i>Кудаманов А.И., Карих Т.М., Маринов В.А.</i>	
Смена режима седиментации на рубеже сантона-кампана Западной Сибири.....	141
<i>Курбанов Р.Н., Павленок Г.Д., Павленок К.К., Таратунина Н.А.</i>	
Стадии лёсса накопления многослойной стоянки Кульбулак (Узбекистан).....	143
<i>Куренков В.В.</i>	
Физико-литологическая характеристика коллекторов и покрышек по керну краевой зоны пласта БС ₁₁	145
<i>Ларин С.И., Лаухин С.А., Ларина Н.С., Алексеева В.А.</i>	
Литохимические особенности криогенных образований в основании покровных отложений Среднего Зауралья	148
<i>Лаухин С.А., Ларин С.И.</i>	
Некоторые различия в составе и строении ископаемых морен горного и покровного оледенений	150
<i>Максимова Е.Н., Тугарова М.А., Екименко А.В., Урванцев С.М.</i>	
Автоматизированный фациальный анализ карбонатных резервуаров	152
<i>Макшаев Р.Р., Ткач Н.Т., Лобачева Д.М.</i>	
Распространение и гипсометрия нижнехвалынских отложений Северного Прикаспия	154
<i>Маленкина С.Ю.</i>	
Литологическая характеристика облицовочных камней московского метрополитена	156
<i>Милаш А.В.</i>	
Фациальная характеристика ястребовских отложений присводовой части Воронежской антеклизы	158
<i>Муллакаев А.И.</i>	
Рельефообразующая роль речной сети как фактор гипергенного влияния на месторождения природных битумов Республики Татарстан	161
<i>Немова В.Д.</i>	
Литогенез и техногенез на примере верхнеюрских отложений Западной Сибири	163
<i>Никулин И.И.</i>	
Историко-генетический анализ формирования довизейских латеритов КМА	165
<i>Никулин И.И.</i>	
Метод центрифугирования для экспрессного выделения слоистых силикатов из тонкодисперсных фракций	169

Овчинникова М.Ю.

Зональность железорудных кор выветривания КМА 170

Пинчук Т.Н., Чаицкий В.П.

Верхнеюрские красноцветные фации Предкавказья 172

Попков В.И., Дементьева И.Е.

Литологическая характеристика и возраст биркутской свиты Горного
Мангышлака 174

Попков В.И., Попков И.В.

Характер взаимоотношения гранитов и метаморфических пород палеозоя
на месторождении Оймаша 176

Предтеченская Е.А., Злобина О.Н., Злобин А.А.

К вопросу о механизмах сульфидообразования в осадочных породах 179

Ростовцева Ю.В.

Циклостратиграфические исследования в литологии: возможности и
методики 184

Сабиров И.А.

Номенклатуры пород кор выветривания Непско-Ботубинской антеклизы .. 187

Свиточ А.А., Янина Т.А., Константинова Н.Г.

Отложения последнего Понто-Каспийского пролива 189

Седаева К.М.

Историко-геологический подход В.Т. Фролова к классификации осадочных
пород – экзолитов 191

Семиколенных Д.В., Тюнин Н.Ю.

Строение карангатских отложений стратотипического разреза Тузла
(Таманский полуостров) 195

Стукалова И.Е.

Петрографические типы бурых углей и палеогеографические обстановки ... 196

Талденкова Е.Е., Аверкина Н.О., Овсепян Я.С., Николаев С.Д.

Материал ледового и айсбергового разноса в последниковых и
голоценовых осадках континентальной окраины моря Лаптевых 199

Таратунина Н.А., Рогов В.В., Стрелецкая И.Д., Лебедева М.П., Курбанов

Р.Н., Янина Т.А., Курчатова А.Н.

Развитие криогенных процессов фактор формирования лёссов Нижней
Волги 201

Таратунина Н.А., Тимирева С.Н., Кононов Ю.М., Курбанов Р.Н.

Люминесцентное датирование как инструмент выделения перерывов
осадконакопления в среднем плейстоцене (на примере разреза Пекла) 203

Титов Ю.В., Закирьянов И.Г.

Условия формирования и литогеохимические особенности нижнемеловых отложений Пяяхино-Хальмерпаюинского вала (север Западной Сибири) 205

Ткач Н.Т., Лукаш В.Л., Сорокин В.М., Янина Т.А.

Состав глинистых минералов позднечетвертичных отложений Северного Каспия 207

Тугарова М.А.

Роль вирусов в минерализации карбонатных пород венда 203

Тюнин Н.А., Семиколенных Д.В.

Толща современных дельтовых отложений реки Кубань (приустьевой участок правого рукава) 209

Фокин П.А., Закревская Е.Ю., Саакян Л.Г., Григорян Т.Е.

Нижнеэоценовые нуммулитовые известняки разреза Урцадзор (Южная Армения) 214

Хошраван Г., Свиточ А.А.

Современные отложения и развитие иранского побережья Каспия 216

Черешинский А.В.

Мелкие алмазы базальных горизонтов Воронежской антеклизы 218

Черешинский А.В., Савко А.Д.

Влияние эндогенных процессов на формирование полезных ископаемых в осадочном чехле Воронежской антеклизы 220

Шарданова Т.А.

Седиментационные процессы и их роль в геохимических аномалиях черных сланцев 222

Яковичина Е.В., Бордунов С.И., Кирилишина Е.М., Демьянков С.С.

О природе ихнофоссилий *Paleodictyon* из юрских отложений Крыма 225

Янина Т.А., Сорокин В.М., Романюк Б.Ф.

Отражение регрессивных эпох в строении верхнечетвертичной осадочной толщи Каспия 227

Янина Т.А.

Биостратиграфия неоплейстоценовых отложений Каспийского моря 229

Янин Е.П.

Техногенные илы – новый вид современных русловых отложений в реках городских ландшафтов 231

Научное издание
ЭКЗОЛИТ – 2020
Литологические школы России
Годичное собрание (научные чтения),
посвященное 215-летию основания
Московского общества испытателей природы
Москва, 25–26 мая 2020 г.

Сборник научных материалов

Издательство «МАКС Пресс»
Главный редактор: *Е. М. Бугачева*
Обложка: *А. В. Кононова*

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 26.06.2020 г.
Формат 60х90 1/8. Усл. печ. л. 30,0.
Тираж 50 экз. Заказ 101.

Издательство ООО «МАКС Пресс»
Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ имени М.В. Ломоносова,
2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8 495 939-3890/93. Тел./Факс 8 495 939-3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт» 115201,
г. Москва, ул. Котляковская, д.3, стр. 13.