



### 3.2. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗУЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ПРОЦЕССОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА

*Ю.Н. Занин, Е.М. Хабаров, Э.А. Еганов*

Работы в области литологии были начаты в Институте геологии и геофизики с первых дней его создания в рамках лаборатории осадочных формаций. Ее кадровый состав был сформирован из литологов, работавших в Горно-геологическом институте ЗСФ АН СССР: Е.В. Шумиловой, Н.Х. Белоус, Е.С. Рабиханукаевой-Бузулуцковой, Ф.С. Бузулуцкова, И.И. Задковой, Г. Шutowой, Г.М. Писаревой, В.В. Бондаренко. Позднее из минералогического музея института в лабораторию пришла И.В. Николаева. Руководителем был назначен (по совместительству) д.г.-м.н., профессор В.П. Казаринов. Далее состав лаборатории расширялся за счет привлечения сотрудников из научных, производственных и учебных учреждений Ленинграда, Томска, Новосибирска, Иркутска и некоторых других городов.

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 (В.П. Казаринов, Е.В. Шумилова, Н.Х. Белоус, И.В. Николаева, Е.С. Рабиханукаева-Бузулуцкова, Ф.С. Бузулуцков). В 1958 г. полевой отряд в составе И.И. Задковой, Е.П. Акульшиной, А.В. Ивановской проводил сбор, а затем и обработку кернового материала по профилю бурения на р. Вах (Западная Сибирь), включая разрез Охтеурской глубокой скважины (до 1200 м), из которой ранее был получен приток газа.

Другая часть лаборатории сосредоточилась на выявлении и прослеживании седиментационных этапов тектонического развития, фиксирующихся в осадочных разрезах с возрастающей зрелостью слагающих пород (или их



В.П. Казаринов



Слева направо: Ю.П. Казанский, В.А. Вахрушев, Е.П. Акульшина. Прибыли на литологическое совещание в Ташкент. 1959 г.

составных частей). В основе работы лежали теоретические подходы и методология В.П. Казаринова (1958). Эти этапы составляли «формации», «серии», «комплексы», в которых зрелость увеличивалась вверх по разрезу, заканчиваясь «корами выветривания». Исследования были направлены на решение вопроса об одновозрастности определенных осадочных серий и синхронности глобальных фаз тектогенеза, фаз трансгрессий и регрессий на обширных территориях Сибири и смежных с ней регионов. Предполагалось, что на финальных стадиях формирования седиментационных серий образовывались месторождения бокситов, фосфоритов, марганцевых руд и других осадочных полезных ископаемых. Эти работы в лаборатории осадочных формаций проводились В.П. Казариновым, Ю.П. Казанским, Е.П. Акульшиной, И.И. Задковой, А.В. Ивановской, Э.А. Егановым (совместно с сотрудниками СНИИГГиМСа) в геохимическом, минералогическом и литологическом аспектах. В.П. Казаринов (1963) обосновал подтвержденную последующими исследованиями идею, что циклический характер осадконакопления контролирует закономерности размещения в осадочных бассейнах главных нефтепроизводящих формаций, региональных флюидоупоров и резервуаров нефти и газа, залежей углеводородов. Как неоднократно подчеркивал сам В.П. Казаринов, он и его ученики развивали на новейшем для того времени материале пульсационную гипотезу развития Земли В.А. Обручева и М.А. Усова.

Сейчас, спустя пять десятилетий, очевидно, что эти исследования, предполагавшие глобальный, циклический характер геологических процессов, во многом опережали свое время. Сегодня циклический подход лежит в основе сиквенс-стратиграфии и многих фундаментальных геологических теорий. В начале 60-х годов прошлого века идеи, развиваемые В.П. Казариновым, вызвали критику А.Л. Яншина, и исследования процессов цикличности осадконакопления были прекращены.

В результате в середине 60-х годов направления работ лаборатории изменились. Под влиянием А.Л. Яншина усилия были сконцентрированы на



Лаборатория осадочных формаций.  
Заведующий М.А. Жарков  
и с.н.с. А.И. Анатольева

изучении эволюции процессов осадконакопления в геологической истории Земли на основе формационного анализа осадочных формаций разного типа. В методологии В.П. Казаринова и А.Л. Яншина формационный анализ был тесно связан с прогнозом и поиском осадочных полезных ископаемых — железных руд, бокситов, фосфоритов, калийных солей и пр.

В связи с новыми направлениями исследований изменилась и структура лабораторий литологического профиля. В.П. Казаринов полностью перешел на работу в СНИИГГиМС. Лаборатория осадочных формаций в 1963 г. 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, которые изучали 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, А.Г. Замирайлова), 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. Из отдела общегеологических лабораторий в лабораторию осадочных формаций перешел В.И. Молчанов со своими сотрудниками. Так начался второй этап развития литологических исследований.

Первоначально решение проблемы эволюции процессов осадконакопления на основе формационного анализа казалось относительно несложным. Требовалось лишь провести типизацию крупных осадочных тел по их составу и структуре, выяснить их генезис с реконструкцией процессов и обстановок формирования, а также установить их распространение в пространстве и во времени. Затем на базе полученных данных необходимо было установить направленные изменения как в составе и структуре формаций, так и в изменении процессов и обстановок седиментации. На самом деле приходилось решать сложные задачи, начиная от вопросов идентификации осадочных формаций (часто наблюдалось пересечение границ осадочных тел, которые относились к разным формационным группам из-за использования различных наборов признаков), выделения разноранговых внутрiformационных элементов и их генезиса. Поэтому значительная часть исследований была направлена на детальное изучение конкретных геологических тел — формаций, на поиск литологических и геохимических признаков формаций разного возраста и генезиса, а также на решение методологических проблем формационного анализа.

Основные итоги исследований этого цикла оказались впечатляющими.

В 70–80-х годах прошлого столетия были опубликованы результаты изучения докембрийских красноцветных формаций и установлены главные рубежи проявления красноцветных отложений в геологической истории, которые фиксировали, в частности, в среднем протерозое появление свободного кислорода в атмосфере (Анатольева, 1972, 1978, 1980; Параев, 1978). И.В. Николаевой совместно с М.Ю. Каменевой и З.В. Бородаевской были исследованы минералы группы глауконита и дана характеристика глауконитоносных формаций разного генезиса и возраста. Результаты работ в этой области приведены в сборниках статей «Кристаллохимия и парагенезы минералов осадочных пород» (1975), «Минералогия и геохимия глауконита» (1981) и обобщены в капитальной монографии И.В. Николаевой «Минералы группы глауконита в осадочных формациях» (1977). Установлен ряд принципиальных положений, связанных с минералогией и условиями формирования минералов этой группы. Показано широкое изменение состава глауконитов в породах различного геологического положения и намечены пути разделения неизмененных и измененных их разновидностей; сделан вывод, что наблюдаемое рядом авторов «омоложение» абсолютного возраста глауконитов имеет место в случае изменения их первичного химического и минералогического состава.

Изучение фосфоритоносных формаций в лаборатории проводилось с разных позиций. В работах Ю.Н. Занина (1967, 1969, 1970, 1975; Занин, Кривоуцкая, 1977; Zanin, 1989; и др.) особое внимание уделялось геологии, вещественному составу и эволюции во времени фосфатоносных кор выветривания. При этом изучалась кристаллическая структура фосфатного вещества фосфоритов с применением комплекса методов тонкого минералогического и геохимического анализов. Проводилось обобщение мирового материала по месторождениям фосфатных кор выветривания, выявлялись факторы, контролирующие их эволюцию и направленные изменения во времени. Различия в минералогии осадочного карбонатапатита — основного фосфатного минерала фосфоритов — были связаны с их морским или континентальным генезисом, в частности, понижение содержания в последнем карбонат-иона и



Маленький хозяин большого кернохранилища





Лаборатория литологии, 1980 г. Сидят (слева направо): Т.П. Аксёнова, Л.Н. Макарова, Е.П. Акульшина, М.А. Жаворонова, Г.М. Писарева, Г.И. Любушко; стоят: Ю.П. Казанский, В.А. Дымкин, Г.И. Таныгин, С.В. Сараев, В.Г. Петров

кристаллизационной воды, содержание которой коррелирует с содержанием  $\text{CO}_2$  (Вахрамеев, Занин, 1979).

В работах Э.А. Еганова (1968, 1974, 1983, 1988; и др.), посвященных изучению фосфоритов, акцент был сделан на формационный анализ фосфоритоносных комплексов с анализом их структуры и выяснением признаков эпох фосфатонакопления на определенных стадиях развития седиментационных бассейнов разного возраста и генезиса.

В этот же период активно изучались терригенные осадочные формации, различные по составу и обстановкам формирования: преимущественно песчаные формации нижнего венда юга Сибирской платформы с детальным анализом петрографических типов печаников, с реконструкцией основных направлений перемещения материала, флишевые формации Каратау и другие терригенные типы формаций (Рабиханукаева, 1971; Советов, 1977, 1984; Бузулуцкова, 1984; и др.).

Исследовались карбонатные рифогенные формации докембрия разных регионов СССР с расшифровкой их структуры и выяснением обстановок формирования. Проводилось сравнение изученных объектов с формациями других возрастов и территорий. Уже в 80-х годах было сформулировано представление о разнообразии рифогенных формаций докембрия. В частности, показано, что микробиальные сообщества могли формировать при определенных условиях и в докембрии структуры с элементами, которые имели сходство с фанерозойскими рифовыми системами (Советов, 1981, 1984; Хабаров, 1985, 1987, 1990).

Результаты изучения углеродистых отложений Сибирской платформы опубликованы в ряде работ С.Ф. Бахтурова, среди которых монография «Битуминозные карбонатно-сланцевые формации Восточной Сибири» (1985) и монография в соавторстве (Бахтуров и др., 1988). Были опубликованы обобщающие работы, посвященные черным сланцам: «Палеозойские битуминозные карбонатно-сланцевые формации Восточной Сибири» (Жарков, Бахту-



Литологи на обнажении. В центре — заведующий лабораторией седиментологии Е.М. Хабаров. 2004 г.

ров, 1982) и «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). В этот период были выполнены обобщения по палеозойским соленосным формациям мира (Жарков, 1974, 1978; Мерзляков, 1979) и кайнозойским соленосным формациям Средней и Центральной Азии (Благовидов, 1978). Особое внимание уделялось изучению конкретных объектов, в частности, соленосной формации кембрия Восточной Сибири (Жаркова, 1976). В результате выполненных исследований проведена типизация формаций по составу, структуре и положению соленосных формаций в формационных рядах. Эти работы сопровождались построением серий палеогеографических карт-схем, оценкой объемов солей в бассейнах и их распределения во времени и пространстве. Вовлечение в сферу исследования эвапоритовых бассейнов докембрия и мезозоя позволило установить эпохи и направленные изменения в развитии эвапоритовых бассейнов и процессов в геологической истории. Результаты исследований соленосных формаций получили широкую известность не только в Советском Союзе, но и за рубежом. Так, в издательстве «Springer» была опубликована на английском языке монография М.А. Жаркова по истории палеозойского соленакопления (Zharkov, 1981). Лаборатория осадочных формаций совместно с лабораторией литологии являлись организаторами Всесоюзных совещаний по карбонатным формациям, по проблемам соленакопления, фосфоритообразования и литологии.

Изучение соленосных и других типов формаций сопровождалось прикладными исследованиями в рамках научных программ, в частности программы «Сибирь», которая была разработана и осуществлялась под руководством академика А.А. Трофимука. Большое значение имело теоретическое обоснование А.Л. Яншиным и М.А. Жарковым перспектив обнаружения



залежей калийных солей в кембрийском соленосном бассейне Восточной Сибири. Этот прогноз подтвердился: в пределах указанного бассейна в конце 80-х годов открыто крупнейшее Непское месторождение калийных солей.

В эти же годы один из ведущих специалистов лаборатории Э.А. Еганов совместно с Ю.А. Ворониным выполнили вызвавший широкий интерес цикл методологических исследований по проблемам применения математических методов в геологии, модельного подхода к поискам и прогнозам полезных ископаемых, сущности и перспективам применения методов формационного и фациального анализов в широком их смысле (Воронин, Еганов, 1969, 1972).

В лаборатории литологии на протяжении ряда лет Ю.П. Казанский и возглавляемый им коллектив (Е.П. Акульшина, А.В. Ивановская, Г.Г. Гелецян, Ю.К. Советов, А.И. Ушакова, В.А. Дымкин, В.Г. Петров, Г.М. Писарева и др.) проводили исследования докембрийских и фанерозойских отложений в рамках проблемы «Эволюция геологических процессов в истории Земли». Литологические работы этой группы базировались на детальном описании строения разрезов и сборе материалов докембрия на западной окраине Сибирской платформы, Енисейском кряже, в Прибайкалье, Учуро-Майском районе. 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, фосфатопроявления и др. Особый интерес вызывали вторичные процессы преобразования пород (диагенез, эпигенез (катагенез), метагенез, метаморфизм). Впервые были начаты исследования взаимоотношений и зависимости между средой осадкообразования и развитием фитопланктона на протяжении позднего докембрия, в связи с чем был установлен ряд фациальных и геохимических показателей среды осадконакопления (состав былых атмосфер, палеосоленость, палеоклимат, степень выветривания). Полученные данные обобщены в коллективной монографии Ю.П. Казанского, Е.П. Акульшиной, А.В. Ивановской и др. «Рифейские отложения Сибирской платформы и ее складчатых сооружений» (1972), а также в серии специализированных статей. Детально исследовались и более молодые отложения, в том числе в пределах Западно-Сибирского бассейна и других регионов (Казанский, 1963; Шумилова, 1963; Ивановская, 1967; Шарудо, Москвин, 1968; Задкова, 1973; Шарудо и др., 1973; Фомин, 1983; Николаева и др., 1986; и др.). Изучались, в частности, мезозойские и палеогеновые осадочные железные руды Западно-Сибирского бассейна (Белоус и др., 1967), в том числе руды Бакcharского месторождения (Николаева, 1967). Следует отметить капитальную монографию Е.В. Шумиловой «Терригенные компоненты мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности и их роль в палеогеографических реконструкциях» (1963), явившуюся результатом многолетних исследований.

Совместно с геохимиками проводились многие работы по вулканогенно-осадочным породам и корам выветривания, хотя первые обобщения по корам выветривания были сделаны литологами института. Заслуживают упоминания первые описания мезозойских и кайнозойских кор выветривания (Казанский и др., 1964), роли выветривания в формировании гипергенных фосфоритов (Занин, Цыкин, 1967), в том числе достигающих латеритной стадии (Занин, 1967), а также обобщающие монографии «Выветривание и его роль в осадконакоплении» (Казанский, 1969), «Выветривание и литогенез» (Казаринов и др., 1969) и ряд публикаций в рамках эволюционного направления, касающихся выветривания и континентального осадконакопления в до-

кембрии (Казанский, 1976), выветривания и аллитообразования в истории Земли (Казанский, 1982).

Большое внимание уделялось изучению глинистого вещества в формациях разных регионов и возрастов. Наиболее существенные результаты получены Е.П. Акульшиной при анализе рифейских и палеозойских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Выявлена эволюция минералогического состава глин, определены их геохимические параметры и на базе полученных материалов установлены изменения климата в областях сноса, а также оценена соленость в бассейнах седиментации и выявлены связи между глинистым веществом и осадочным рудогенезом (Акульшина, 1971, 1985; Акульшина и др., 1983, 1986).

В лаборатории литологии активно проводилось исследование состава и генезиса осадочных и вулканогенно-осадочных полезных ископаемых. С.В. Сараевым (1971) было охарактеризовано Байкальское месторождение железистых кварцитов, С.В. Сараевым и Г.И. Таныгиным (1987) — Рассохинское месторождение Енисейского кряжа. В круг вопросов, связанных с золотом в осадочных образованиях, вошли работы по изучению золотоносности северной части Енисейского кряжа (Петров, 1974), золота в опорных разрезах верхнего докембрия западной окраины Сибирской платформы (Петров, 1982). Т.П. Аксёнова с соавт. (1989) изучали современные россыпи титаномагнетита в сублиторальной зоне Татарского пролива.

Кроме того, сотрудники лабораторий литологии и осадочных формаций занимались исследованием современных осадков и осадочных процессов Атлантического океана и Черного моря (Советов и др., 1971; Сараев и др., 1986). Часть работ выполнена совместно с геохимиками (Гавшин и др., 1973, 1975).

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 (Казанский и др., 1969; Казанский, 1977, 1981; Шугурова и др., 1996). Проводилось изучение карбонатной системы и ее продуктов в хлоридно-карбонатном растворе (Григорьева и др., 1981) и моделирование процессов доломитообразования (Казанский, Любушко, 1980). В лаборатории осадочных формаций В.И. Молчанов и О.С. Селезнёва моделировали также некоторые геохимические процессы на основе сверхтонкого измельчения минералов и пород (Молчанов, 1981).

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

В конце 80-х — начале 90-х годов исследования, направленные на анализ эволюции осадочных процессов в геологической истории, по ряду объективных и субъективных причин (уход из жизни Ю.П. Казанского, отъезд в Москву А.Л. Яншина, а затем М.А. Жаркова и т. д.) существенно сократились. Лаборатория осадочных формаций была расформирована (в структуре ИГиГ оставалась немногочисленная лаборатория литологии). В результате некоторые сотрудники лаборатории осадочных формаций уволились из института, а другие — оказались в разных его подразделениях.





Новый (третий) этап развития литологических исследований в институте, продолжающийся и в настоящее время, связан с приходом в 1989 г. на должность заместителя директора ИГиГ, а затем — директора выделенного в составе ОИГГМ Института геологии нефти и газа (сейчас Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН) академика А.Э. Конторовича.

По инициативе А.Э. Конторовича началась перестройка работы лаборатории литологии. Главными объектами изучения стали нефтегазоносные отложения верхнего протерозоя и фанерозоя платформенных областей Сибири и их складчатого обрамления. Ю.П. Казанский и его ученики провели цикл исследований по литологии и палеогеографии юры Западной Сибири, возобновили работы по палеозою этого бассейна. Одновременно было продолжено изучение литологии кембрия и верхнего протерозоя Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Важной особенностью нового этапа является проведение совместных работ с геологами-нефтяниками и широкое привлечение методов геофизических исследований скважин (ГИС).

В конце 90-х годов на базе лаборатории литологии с привлечением сотрудников из бывшей лаборатории осадочных формаций 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 ее составе появились молодые сотрудники — выпускники кафедры месторождений полезных ископаемых НГУ, возглавляемой А.Э. Конторовичем (П.А. Ян, позднее В.Г. Эдер, О.В. Бурлева, А.Ю. Попов, С.В. Родякин, С.А. Кугаколов, П.С. Черныш). Расширялась тематика исследований — все большее значение приобретал седиментологический анализ нефтегазоносных комплексов.

В 2003 г. по решению директора института академика А.Э. Конторовича 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. С 2001 г. ее сотрудниками защищены семь кандидатских диссертаций; ежегодно в составе лаборатории работают до 10 аспирантов, магистрантов и студентов.

На территории Западной Сибири специалисты лаборатории литологии проводили исследования мезозойских и венд-палеозойско-триасовых комплексов. Первоначально мезозойские отложения изучались под руководством д.г.-м.н. Ю.П. Казанского, позднее — под руководством Ю.Н. Занина и Л.Г. Вакуленко. Изучены состав и строение юрских отложений по керновому материалу глубоких скважин Уренгойского района (в том числе сверхглубокой скв. ТСГ-6) с привлечением комплекса различных петрографических и физико-химических методов: петрографического анализа шлифов пород, электронно-микроскопического, рентгеноструктурного анализов, в меньшей степени ИКС, спектрального, термического, изотопного. В конце 90-х годов аналогичные работы были выполнены по северной части Широкого Приобья (южная часть Пур-Тазовского междуречья). В результате проведенных исследований на территории Надым-Пур-Тазовского междуречья выявлены основные закономерности изменения состава и условий формирования верхнетриасово-юрских отложений. Установлено, что формирование нижнеюрских горизонтов-коллекторов происходило преимущественно в континентальных обстановках. Среднеюрские горизонты-коллекторы формировались главным образом в обстановках переходного типа и морских, а келловей-верхнеюрские — в прибрежно-морских и мелководно-морских (Предтечен-



Заведующий лабораторией литологии Ю.П. Казанский на экскурсии международного литологического совещания. 1973 г.

ская и др., 1993; Казанский и др., 1995, 1996; Вакуленко и др., 1997; Ян, Вакуленко, 1998; Шемин и др., 2002).

В 90-х годах сотрудники лаборатории литологии принимали участие в изучении геологии и условий формирования гигантской Талинской зоны газонефтеанакопления в континентальных отложениях нижней юры. Был установлен преимущественно олигомиктово-кварцевый состав продуктивных пластов шеркалинской свиты. Показаны связи петрофонда, катагенетических процессов и коллекторских свойств пород (Казанский и др., 1993; Конторович и др., 1995; Ушаков и др., 1998).

В 2000-х годах основными объектами работ лаборатории седиментологии 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. В среднеюрском комплексе приоритетным объектом исследований был горизонт Ю<sub>2</sub> средне-верхнебятского возраста, регионально нефтеносный в центральных частях Западной Сибири. Нижняя часть горизонта повсеместно представлена континентальными отложениями, которые вверх по разрезу могут сменяться дельтовыми или прибрежно-континентальными и далее прибрежно-морскими, редко мелководно-морскими. Выявлены зависимости фильтрационно-емкостных свойств пород от их состава и обстановок формирования (Вакуленко, Миткарев, 2006; Казаненков и др., 2009; Хабаров и др., 2009; Конторович и др., 2010).

Келловей-оксфордский нефтегазоносный горизонт Ю<sub>1</sub> является основным нефтегазопоисковым объектом в юго-восточной, в меньшей степени — центральной части Западной Сибири. Комплекс минералого-петрографических и седиментологических, включая ихнофациальный анализ, исследований позволил также построить сиквенс-стратиграфическую модель формирования горизонта и выполнить палеогеографические реконструкции для ряда районов Западно-Сибирской плиты (Вакуленко, Ян, 2001; Ян и др., 2001; Вакуленко и др., 2003; Ян, 2003; Бурлева, 2006; Хабаров и др., 2009). В последние годы выполнены седиментологические и петрофизические исследования в южной части Предъенисейской нефтегазоносной субпровинции (Вакуленко и др., 2010), а также северных районах Западной Сибири и Енисей-Хатангского прогиба.



Литологические исследования керна. А.Г. Вакуленко и Е.А. Костырева. Томск, 2006 г.

Особое внимание уделялось изучению черносланцевых отложений мезозоя Западной Сибири — баженовской свиты и ее стратиграфических аналогов. Проводилось исследование и нижележащей георгиевской свиты (Ю.Н. Занин, А.Г. Замирайлова, В.Г. Эдер). В георгиевской свите были детально изучены глаукониты и уже на современном уровне рассмотрены исследовавшиеся здесь ранее фосфориты, показана роль бактериальной деятельности в формировании тех и других образований, впервые диагностированы строматолиты и онколиты в карбонатно-марганцевых породах — первые и единственные цианобактериальные постройки в мезозое Западно-Сибирского бассейна. Что же касается условий формирования баженовской свиты, то ранее исследования такого рода выполнялись для свиты в целом (исключая аномальные разрезы).

Проводился индивидуальный анализ условий формирования важнейших групп пород свиты, а именно глинисто-кремнистых, аргиллитов и пород аномальных разрезов. Установлено, что они характеризуются различными показателями солености, окислительно-восстановительных условий среды, темпов седиментации. Сделан вывод, что глинисто-кремнистые породы являются продуктами медленной седиментации в условиях высоковосстановительных обстановок, аргиллиты сформированы по отложениям дистальных турбидитных потоков. Вслед за Ф.Г. Гурами с соавторами предполагается, что высоковосстановительный режим не только отвечает придонным обстановкам, но и может образовывать «плавающие» зоны в более высоких слоях водной среды. В последнее время проводились работы по анализу распределения в баженовской свите микроэлементов, в первую очередь редкоземельных, а также — впервые с применением сканирующей электронной микроскопии — некоторых известковых наннофоссилий (в первую очередь кокколитов) (Конторович и др., 1998; Эдер и др., 2001; Замирайлова и др., 2003; Занин и др., 2005; Zanin et al., 2008; и др.).

При изучении венд-триасовых отложений Западной Сибири 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 эксталяционного материала, степени постседиментационных преобразований. На территории Западной Сибири и прилегающих зон Урала, Рудного Алтая и Салаира изучались докембрийские, палеозойские и триасовые бассейны (в том числе Предъенисейский бассейн) (Конторович и др., 1999, 2008; Бахарев и др., 2004; Каныгин и др., 2004; Сараев и др., 2004, 2005, 2008, 2009; Батурина, Сараев, 2005). Наиболее существенные результаты приведены ниже.

Составлена палеогеографическая схема Предъенисейской нефтегазоносной области с развитием барьерного рифа на ее западной окраине, отде-



Полевой отряд И.В. Николаевой. 1984 г.  
Короткий отдых на обнажении вдоль р. Малькан (Якутия)

ляющего Приенисейский солеродный бассейн от активного задугового бассейна с базальтовым и кислым магматизмом. Центральная часть рифового барьера, по-видимому, находится к западу от места заложения скв. Восток-4. Установлено ослабевающее с запада на восток влияние вулканизма на осадконакопление. В качестве нефтематеринских пород в рассматриваемом бассейне выступает ниже-среднекембрийская пайдугинская свита, представленная пелагическими отложениями доманикового типа.

В триасе на территории Западно-Сибирской геосинеклизы процесс сводообразования, связанный, вероятно, с существованием суперплюма, сопровождался континентальным рифтогенезом. В это время формировался Колтогорско-Уренгойский рифт, по которому морские воды с севера (в современных координатах) распространялись в виде узкого бассейна, соизмеримого по размерам с современным Красным морем, внедряясь в континентальное плато до широты г. Омска. Проникновение морских вод, скорее всего, носило периодический характер. На это указывает чередование в разрезе рифта глауконитсодержащих пород с морской фауной, отложений с признаками эвапоритовых отложений и кор выветривания по базальтам. Рельеф области питания был пенепленизированным и представлял, по-видимому, в раннем триасе вулканическое плато с развитыми глиноземисто-железистыми корами выветривания по базальтам покровного комплекса. Геодинамические обстановки, реконструируемые на основе выявления геохимических особенностей базальтов, не вполне однозначны. С одной стороны, они обладают признаками типичных внутриплитных континентальных толеитовых покровных базальтов; с другой — отдельные части разрезов отвечают субщелочным и щелочным базальтам континентальных рифтов. Вместе с тем среди базальтов Колтогорско-Уренгойского рифта по составу нет полных аналогов, сопоставимых с базальтами океанического типа осевой части Красного моря, хотя определенные черты последних в их составе имеются.

На территории Восточной Сибири в 90-х годах проводился седиментологический и бассейновый анализ (в современном их понимании) разнотип-





Ю.Н. Занин. 1970 г.

ных осадочных отложений и бассейнов рифея и венда Енисейского кряжа, нефтегазоносной Байкитской антеклизы, Прибайкалья и Патомского нагорья. Особое внимание уделялось изучению карбонатных и нефтематеринских черносланцевых формаций.

Были реконструированы обстановки седиментации преимущественно докембрийских осадочных комплексов и выяснены закономерности становления и развития некоторых геодинамически разнотипных осадочных бассейнов (Конторович и др., 1966; Хабаров, 1994, 1999; Советов, Благовидов, 1995; Хабаров и др., 1998, 1999; и др.). На основе результатов детального седиментологического изучения карбонатных докембрийских комплексов Сибирской платформы и ее складчатого обрамления установлены типовые ассоциации разнообразных шельфов, склонов и бассейновых равнин.

Показана ведущая роль микробиальных сообществ в генерации первичного карбонатного материала и в формировании морфологически разнотипных строматолитовых построек — от простых (биогермов и биостромов) до дифференцированных барьерных рифоподобных структур. Анализ мирового материала по карбонатным формациям показал, что ведущая роль микробиальных сообществ в генерации карбонатного материала прослеживается в явном виде с позднего архея. В пределах Байкитской антеклизы изучались рифейские карбонатные комплексы. Седиментологические работы сопровождалось детальным исследованием постседиментационных изменений карбонатных пород и оценкой их роли в формировании коллекторов. Одновременно выяснялись минералогия, геохимия и генезис глинистого вещества, которое играло заметную роль как в седиментогенезе, так и в постседиментационное время (Сараев, Писарева, 1998). В это же время в институте стали проводиться изотопно-геохимические исследования карбонатных отложений, которые способствовали региональной и межрегиональной корреляции осадочных комплексов, а также выявлению глобальных и региональных геологических событий (Хабаров и др., 1996, 1999).

В результате детального исследования черносланцевых формаций Енисейского кряжа, Патомского нагорья, Прибайкалья и Байкитской антеклизы выяснилось, что наиболее интенсивно их образование происходило в глубоководных частях задуговых стратифицированных бассейнов, ограниченных карбонатными шельфами с высокой биопродуктивностью и поднятиями вулканического происхождения (Хабаров, 1995). 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 (Сараев, Писарев, 1995).

В последнее десятилетие продолжились комплексные исследования рифейских карбонатных и вендских нефтегазоносных комплексов на территории Восточной Сибири. В пределах Байкитской антеклизы существенно детализирована (на базе изучения керн новых скважин, данных ГИС и

сейсмопрофилеирования) структура продуктивных рифейских отложений. Реконструированы обстановки седиментации и показана ведущая роль разномасштабных колебаний уровня моря при формировании циклически построенных осадочных комплексов с разнотипными коллекторскими свойствами, выяснена связь первичного состава пород и степени их постседиментационных преобразований. На основе седиментологических и изотопно-геохимических исследований уточнена корреляция рифея Байкитской антеклизы и соседнего Енисейского кряжа с построением серии палеогеографических схем (Вараксина, Хабаров, 2000, 2007; Хабаров и др., 2002).

В это же время выполнялись детальные седиментологические и петрофизические исследования терригенных и нефтегазоносных комплексов венда Непско-Ботуобинской антеклизы и Ангаро-Ленской ступени. Показано, что фильтрационно-емкостные свойства продуктивных терригенных горизонтов обусловлены в первую очередь минералогическим составом осадочного материала и постседиментационными процессами, контролирующими формирование разного типа цемента (Хабаров и др., 2008).

Проводится изучение черносланцевых образований Восточной Сибири и других регионов. В частности, на основе обобщения мирового материала построена карта распределения черносланцевых образований в девонских бассейнах мира (Еганов, 2002).

В настоящее время лаборатория проводит комплексные седиментологические и петрофизические исследования нефтегазоносных комплексов мезозоя Западной Сибири (Л.Г. Вакуленко, Ю.Н. Занин, О.Н. Злобина, П.А. Ян, О.В. Бурлева, А.Г. Замирайлова, В.Г. Эдер, Т.П. Аксёнова и др.), палеозоя Западной Сибири (С.В. Сараев, Т.П. Батурина) и рифея-венда Восточной Сибири (Е.М. Хабаров, И.В. Вараксина). Исследования ведутся по пяти направлениям:

1) детальное седиментологическое изучение разрезов с использованием данных ГИС и сейсмопрофилеирования 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 флюидопоров. Эти работы можно рассматривать как элемент в структуре исследований, направленных на решение фундаментальных проблем осадочной и нефтегазовой геологии, — эволюцию обстановок и бассейнов осадконакопления в геологической истории Сибири; роль седиментационных и постседиментационных событий и процессов в генерации, миграции и аккумуляции углеводородов в нефтегазоносных бассейнах Сибири.

Следует отметить, что совместно с решением задач нефтегазовой осадочной геологии продолжают исследования, связанные с выяснением эво-



люции процессов седиментации и бассейнов фосфатонакопления, докембрийского карбонатакопления и тиллитообразования.

Высокой была международная активность литологов института. Они выступали с докладами на Международных геологических конгрессах (начиная с 27-го, проводившегося в 1984 г., по 33-й в 2008 г.), Европейском конгрессе по геонаукам (2006) и многих других крупных международных совещаниях в нашей стране и за рубежом. Специалисты института активно участвовали в выполнении проектов МПГК 156 «Фосфориты» и 325 «Связь фосфоритов и ассоциирующих с ними аутигенных минералов с палеогеографией», что позволило им ознакомиться с крупнейшими фосфоритоносными бассейнами, отдельными месторождениями и проявлениями фосфоритов в США, Индии, Китае, Австралии, Монголии, Марокко, Сенегале, Тунисе, Англии. Осуществлялись совместные работы и публикации с зарубежными специалистами (США, Франция, Испания, Швейцария). Весьма важный каменный материал для некоторых направлений наших работ был получен (в том числе на правах обмена) от геологов США, Германии, Австралии, Франции, Колумбии.

В области осадочных пород и полезных ископаемых литологами института защищено 10 докторских (Н.Х. Белоус, Е.П. Акульшина, А.И. Анатольева, Э.А. Еганов, М.А. Жарков, Ю.Н. Занин, Ю.П. Казанский, И.В. Николаева, В.И. Молчанов, Е.В. Шумилова) и 24 кандидатских диссертации.