

4 (4) 2024

ISSN 2541-9641



# ГЕОЛОГИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

**Спецвыпуск**

75 лет геологическому факультету ИГУ:  
прошлое, настоящее и будущее



ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Геология и  
окружающая  
среда

Том 4  
№ 4  
2024

Geology and  
Environment

Преемник Вестника кафедры географии Восточно-Сибирской государственной академии образования

Год основания 2010 г.

Научный электронный журнал

Выходит четыре раза в год

**Главный редактор:** Примина С.П., канд. геол.-минерал. наук, доцент  
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

**Заместители главного редактора:** Рассказов С.В., доктор геол.-минерал. наук, профессор  
Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия; Сасим С.А., канд. геол.-минерал.  
наук, Иркутский государственный университет, доцент, Иркутск, Россия

**Ответственный секретарь:** Коваленко С.Н., канд. геол.-минерал. наук, Иркутский  
государственный университет, Иркутск, Россия

**Редакционная коллегия:** Акулова В.В., – кандидат геол.-минерал. наук, Институт земной коры СО  
РАН, Иркутск, Россия; Баженова О.И. – доктор геогр. наук, профессор, Институт географии СО РАН,  
Иркутск, Россия; Бат Б. – доктор философии, профессор, Национальный университет Монголии,  
Улан-Батор, Монголия; Борняков С.А. – канд. геол.-минерал. наук, Институт земной коры СО РАН,  
Иркутск, Россия; Бычинский В.А. – кандидат геол.-минерал. наук, доцент, Иркутский  
государственный университет, Иркутск, Россия; Горячев Н.А. – член-корр. РАН, доктор геол.-  
минерал. наук, профессор, Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт  
ДВО РАН, Магадан, Россия; Давыденко А.Ю. – доктор физ.-мат. наук, профессор, Иркутский  
государственный университет, Иркутск, Россия; Дэмбэрэл С. – кандидат физ.-мат. наук, Институт  
астрономии и геофизики, Улан-Батор, Монголия; Исаев В.П. – доктор геол.-минерал. наук,  
профессор, Иркутский государственный университет, Иркутск; Кононов Е.Е. – кандидат геол.-  
минерал. наук, доцент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
Иркутск, Россия; Корольков А.Т. – доктор геол.–минерал. наук, доцент, Иркутский государственный  
университет, Иркутск, Россия; Никишин А.М. – доктор геол.-минерал. наук, профессор,  
геологический факультет МГУ, Москва, Россия; Роговская Н.В. – кандидат геогр. наук, доцент,  
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия; Саньков В.А. – кандидат геол.–минерал.  
наук, доцент, Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия; Сие Чжэньхуа – доктор  
наук, профессор, Институт вулканов и минеральных источников Академии наук провинции  
Хэйлуцзян, Удаляньчи, Китай; Тверитинова Т.Ю. – кандидат геол.-минерал. наук, МГУ; Чувашова  
И.С. – кандидат геол.–минерал. наук, Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

#### Адрес редакции:

664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1

Тел.: (3952)243278

Email: kaf-dinamgeol@mail.ru

Сайт: <http://geoenvir.ru>

Сетевое издание «Геология и окружающая среда»

PDF-номер журнала выходит четыре раза в год. Сроки приема статей в:

№ 1 до 1 марта, № 2 до 1 июня, № 3 до 1 сентября, № 4 до 1 декабря

Сроки выхода номеров: № 1 – 31 марта, № 2 – 30 июня, № 3 – 30 сентября,  
№ 4 – 31 декабря

Учредитель-издатель: ФГБОУВО «Иркутский государственный университет»

Гл. редактор: С.П. Примина

Регистрирующий орган: Федеральная служба по надзору в сфере

связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Регистрационный номер: ЭЛ № ФС 77-82002, от 24.09.2021

ISSN: 2541-9641

12+

В журнале Геология и окружающая среда публикуются материалы научно-образовательного направления, отражающие теоретические, методические и практические результаты научной деятельности молодых ученых, преподавателей, аспирантов, магистров и бакалавров. Кроме научных статей, в журнале помещаются рецензии и отзывы на монографии, учебники, материалы конференций, тематические обзоры и дается информация о событиях научной и учебной жизни по профилю издания

#### На первой странице обложки

Основатель геологического образования в Иркутске, ученый и педагог Александр Владимирович Львов (1871–1941)

## СОДЕРЖАНИЕ

От редколлегии журнала .....	5
<a href="#">С.П. Примина, С.В. Снопков, С.Н. Коваленко, С.В. Рассказов</a> 75 лет геологическому факультету ИГУ: прошлое, настоящее и будущее.....	7
ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.....	21
<a href="#">С.В. Снопков, А.В. Хобта, Н.И. Швалева</a> Геологические исследования А.В. Львова при изысканиях мест для строительства гидроэлектростанций в Приангарье .....	21
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ .....	37
<a href="#">С.В. Снопков, А.В. Хобта, И.А. Богданова, Н.И. Швалева</a> Вклад геологов ИГУ в изучение Ботокольского графитового месторождения (Восточные Саяны) .....	37
<a href="#">А.Т. Корольков</a> Роль геологов Иркутского государственного университета в открытии Якутской алмазоносной провинции .....	58
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ.....	67
<a href="#">С.В. Рассказов, И.С. Чувашова</a> Изучение геологии, полезных ископаемых, землетрясений и источников кайнозойского вулканизма Монголии преподавателями геологического факультета Иркутского государственного университета .....	67
ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА .....	101
<a href="#">С.П. Примина, И.М. Михалевич</a> Вклад лаборатории моделирования геологических процессов в развитие кафедры геологии нефти и газа геологического факультета Иркутского государственного университета. К 60-летию кафедры геологии нефти и газа и 75-летию геологического факультета.....	101
МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ .....	112
<a href="#">А.Ф. Летникова</a> Основные направления учебной и научно-исследовательской работы кафедры геохимии Иркутского госуниверситета с 2004 по 2014 гг. ....	109
ЮБИЛЕИ .....	112
<a href="#">В.С. Антипин, В.И. Гланц, М.П. Глебов, А.Г. Ким, А.В. Кинякин, С.А. Козлов, А.М. Мазукабзов, Ф.М. Ступак, В.В. Харахинов, М.М. Святочевская (Цахновская)</a> Дороги и судьбы геологов выпуска 1964 года Иркутского государственного университета.....	112
ПОЛЕВЫЕ ПРАКТИКИ.....	150
<a href="#">С.Н. Коваленко</a> Полевые учебные практики геологического факультета Иркутского государственного университета.....	150
НАУЧНАЯ, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ, УЧЕБНАЯ И ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА .....	165
<a href="#">С.В. Рассказов, Т.А. Ясныгина, И.С. Чувашова, К.В. Колотилина, А.А. Куроленко, Т.В. Носкова, В.О. Тукалова, А.П. Опеньшев, С.М. Хромова, Д.И. Парфенов</a> Рb-изотопная систематика битумов, керогенов и нефтей: от изохронных и дискретных источников до протяженных трендов глобальных компонентов	165
Правила для авторов .....	200

© ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»

© Геология и окружающая среда, 2024, Т. 4, № 4

## C O N T E N T S

From the editorial board of the journal .....	5
<a href="#">S.P. Primina, S.V. Snopkov, S.N. Kovalenko, S.V. Rasskazov</a> 75th Anniversary of the Geological Faculty of Irkutsk State University: Past, Present and Future .....	7
HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY .....	21
<a href="#">S.V. Snopkov, A.V. Khobta, N.I. Shvaleva</a> Geological Studies of A.V. Lvov during the Exploration of Sites for the Construction of Hydroelectric Power Plants in the Angara Region .....	21
MINERAL RESOURCES.....	37
<a href="#">S.V. Snopkov, A.V. Khobta, I.A. Bogdanova, N.I. Shvaleva</a> Contribution of ISU Geologists to the Study of the Botogol Graphite Deposit (Eastern Sayans) .....	37
<a href="#">A.T. Korolkov</a> Role of Irkutsk State University Geologists in the Discovery of the Yakutsk Diamondiferous Province.....	58
REGIONAL GEOLOGY .....	67
<a href="#">S.V. Rasskazov, I.S. Chuvashova</a> Study of Geology, Mineral Resources, Earthquakes and Sources of Cenozoic Volcanism in Mongolia by Lecturers of the Geological Faculty of the Irkutsk State University .....	67
OIL AND GAS GEOLOGY .....	101
<a href="#">S.P. Primina, I.M. Mikhalevich</a> Contribution of the Geological Process Modelling Laboratory to the Development of the Department of Oil and Gas Geology, Faculty of Geology, Irkutsk State University. To the 60th Anniversary of the Department of Oil and Gas Geology and the 75th Anniversary of the Faculty of Geology .....	101
MINERALOGY, PETROLOGY	
<a href="#">A.F. Letnikova</a> The Main Directions of Educational and Research Work of the Department of Geochemistry of Irkutsk State University from 2004 to 2014.....	109
JUBILEES .....	112
<a href="#">V.S. Antipin, V.I. Glants, M.P. Glebov, A.G. Kim, A.V. Kinyakin, S.A. Kozlov, A.M. Mazukabzov, F.M. Stupak, V.V. Kharakhinov, M.M. Svyatochevskaya (Tsakhnovskaya)</a> Roads and Fates of Geologists of the 1964 Graduation from the Irkutsk State University.....	112
FIELD PRACTICES .....	150
<a href="#">S.N. Kovalenko</a> Field Training of the Faculty of Geology of Irkutsk State University .....	150
SCIENTIFIC, PROFESSIONAL, TRAINING AND TEACHING PRACTICE .....	165
<a href="#">S.V. Rasskazov, T.A. Yasnygina, I.S. Chuvashova, K.V. Kolotilina, A.A. Kurolenko, T.V. Noskova, V.O. Tkalova, A.P. Openyshev, S.M. Khromova, D.I. Parfenov</a> Pb-isotope Systematics of Bitumens, Kerogens, and Oils: from Isochronous and Discrete Sources to Extended Trends of Global Components .....	165
Rules for authors .....	200



## От редколлегии журнала

В современные университетские образовательные стандарты в качестве важнейшей составляющей учебного процесса включены научные исследования с участием студентов. Чтобы квалификационные бакалаврские и магистерские исследования содержали новые факты и гипотезы, проводится научно-исследовательская практика, организуются молодежные конференции. Работы, выполненные со студенческим азартом, часто представляют интерес для всей геологической науки, но, к сожалению, так и остаются в забвении. Бумажная версия квалификационной бакалаврской и магистерской работы хранится на выпускающей кафедре 5 лет после окончания вуза студентом. Рационально все же закреплять основные достижения и выводы до выхода на защиту квалификационной работы в публикациях, уровень которых должен служить критерием для оценки квалификационной работы рецензентом и аттестационной комиссией.

Публикации студенческих и аспирантских работ в материалах специальных молодежных конференций и школ в России имеют приниженный статус и фактически не решают проблемы подготовки квалификационных работ. Прорваться с самостоятельной публикацией в журнал студенту не реально. Необходимо инициировать и поддерживать взаимодействие между преподавателями и студентами для выявления среди них способных к науке, для развития и закрепления понятий и подходов в организации и проведении научных исследований. Не секрет, что наука в России постарела. На научных конференциях часто присутствуют только пожилые научные работники и преподаватели. Система образования, развитая в западных университетах, позволяет организовывать форумы, в которых участвуют преимущественно аспиранты и студенты бакалаврской, магистерской подготовки. Генеральная ассамблея Европейского союза геологических наук (EGU) ежегодно собирает в Вене около 10-11 тыс. докладов, большинство из которых произносится молодыми людьми, начинающими свой путь в науке.

Издание журнала Геология и окружающая среда – эффективная форма создания условия для повышения качества подготовки специалистов высшей школы. Основное требование для опубликования научной статьи в журнале – авторство или соавторство студента, аспиранта или молодого научного сотрудника. В журнале публикуются материалы научно-образовательного направления, отражающие теоретические, практические результаты и методические разработки молодых геологов и географов – научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, студентов магистерской и бакалаврской подготовки. Наряду с исследовательскими статьями, вводится раздел «События».

Исследования геологии и окружающей среды рассматриваются в настоящее время как приоритетные. В университетах разных стран созданы факультеты, имеющие конкретную тематическую направленность на изучение геологии окружающей среды. Издаются международные журналы *Environmental Earth Sciences* (Университет Питсбурга, штат Пенсильвания, США) и *Geology, Geophysics and Environment* (AGH Научно-технический университет им. Станислава Сташица, Краков, Польша). Журнал Геология и окружающая среда (*Geology and Environment*) ориентирован, прежде всего, на освещение вопросов, касающихся этой тематики в Байкало-Монгольском регионе и в сопредельных районах Азии.

Геологический факультет Иркутского госуниверситета как базовый для издания журнала Геология и окружающая среда многие годы проводит учебные, производные и научно-исследовательские практики в южной части Сибирской платформы и в сопредельном Хамардабанском террейне, который был аккрегирован к краю платформы в раннем палеозое. Студентам демонстрируются разновозрастные комплексы осадочных, магматических и метаморфических пород от раннеархейского до позднекайнозойского возраста, породы Слюдянского метаморфического субтеррейна, содержащего множество уникальных минералов, карьеры и шахты месторождений угля и соли, молодые вулканы и минеральные источники. Непосредственно на обнажениях освещаются вопросы новейшей геодинамики и тектоники Байкальской рифтовой системы, в которой ярко проявился процесс континентального рифтогенеза,

частично в сочетании с орогенезом. Демонстрируются сейсмодислокации, оставшиеся после сильных землетрясений. Проводится серия маршрутов по выходам венд-кембрийских пород, служащих в качестве вмещающей среды для газоконденсатных месторождений Сибирской платформы. Организуются наблюдения выходов нефти и газа из позднекайнозойского осадочного заполнения Южно-Байкальской рифтовой впадины. Многогранный природный учебный полигон Прибайкалья создает все необходимые условия для наглядного преподавания геологических дисциплин в сочетании с развитием студенческих и аспирантских исследований геологии и окружающей среды.

В рамках решения задач опубликования материалов квалификационных исследований, связанных с изданием журнала Геология и окружающая среда, редколлегия приглашает к сотрудничеству профессоров и преподавателей из университетов Байкало-Монгольского региона и из других российских и зарубежных организаций. В качестве одного из учредителей журнала выступает Китайско-Российский исследовательский центр Удаляньчи–Байкал по новейшему вулканизму и окружающей среде (сайт: <http://www.crust.irk.ru/crc/>). Издание осуществляется на русском языке.

#### ТЕМАТИКА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СТАТЕЙ

- Региональная геология
- Полезные ископаемые
- Минералогия, петрология
- Геология нефти и газа
- Литология
- Вулканизм, новейшая геодинамика
- Неотектоника, геоморфология
- Гидрогеология, инженерная геология
- Экологическая геофизика
- Геоэкология
- Физическая и экономическая география
- Мониторинг природных процессов
- Безопасность жизнедеятельности
- Ученые-первопроходцы
- Научная, профессиональная, учебная и педагогическая практика
- Обзоры

#### ТЕМАТИКА СОБЫТИЙНЫХ СТАТЕЙ

- Рецензи
- Экспедиции
- Полевые практики
- Конференции
- Юбилеи

УДК 504.43:550.845 (51)

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.7>

## 75 лет геологическому факультету ИГУ: прошлое, настоящее и будущее

С.П. Примина<sup>1</sup>, С.В. Снопков<sup>1,2</sup>, С.Н. Коваленко<sup>1</sup>, С.В. Рассказов<sup>1,3</sup><sup>1</sup>*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*<sup>2</sup>*Сибирская школа геонаук Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия*<sup>3</sup>*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Во введении к специальному выпуску журнала дается краткая характеристика организации геологического образования в Иркутске, тесно связанного со становлением геологической науки на юге Восточной Сибири, состояния геологического факультета в настоящее время и видение авторов будущего факультета в связи с востребованностью обществом научных и производственных геологических работ.

**Ключевые слова:** история геологии, Иркутский госуниверситет, геологический факультет.

## 75th Anniversary of the Geological Faculty of Irkutsk State University: Past, Present and Future

S.P. Primina<sup>1</sup>, S.V. Snopkov<sup>1,2</sup>, S.N. Kovalenko<sup>1</sup>, S.V. Rasskazov<sup>1,3</sup><sup>1</sup>*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*<sup>2</sup>*Siberian School of Geosciences Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia*<sup>3</sup>*Institute of Earth Crust SB RAS, Irkutsk, Russia*

**Abstract.** The introduction to the special issue of the journal provides a brief description of the organization of geological education in Irkutsk, closely connected with the development of geological science in the south of Eastern Siberia, the current state of the geological faculty, and the authors' vision of the future faculty in connection with demands for scientific and industrial geological work in society.

**Keywords:** history of geology, Irkutsk State University, Faculty of Geology.

В 2024 году исполнилось 75 лет геологическому факультету Иркутского государственного университета. Фактически же подготовка специалистов в области геологии в университете началась на 30 лет раньше – в 1919 году.

19 ноября 2024 г. прошла научно-просветительская конференция «Геологические исследования и вклад в развитие минерально-сырьевой базы сотрудников и выпускников геологического факультета ИГУ». Конференция была посвящена 75-летию геологического факультета ИГУ и 60-летию кафедры геологии нефти и газа. Целью конференции было обсуждение вклада геологического факультета ИГУ в развитие отечественной геологической отрасли, а также актуальных

проблем и перспектив развития геологических наук и геологического образования на современном этапе. В специальный выпуск журнала «Геология и окружающая среда» включены статьи, подготовленные по докладом на этой научно-просветительской конференции.

Что известно о научных изысканиях людей, организовавших обучение геологии в Иркутске, о бывших студентах, составляющих гордость факультета своими выдающимися достижениями в геологической науке и производственной деятельности? Цель вводной статьи к специальному выпуску журнала – подвести некоторые итоги в виде общего обзора прошлых лет геологического факультета, обрисовать его современное

состояние факультета и видение будущего в основном по статьям, включенным в спецвыпуск журнала.

### **Исторический обзор организации геологического образования и науки в Иркутске**

#### **Создание геологического факультета и его развитие**

У истоков создания геологического образования в Иркутске стоял выдающийся ученый и педагог Александр Владимирович Львов (1871–1941), который в 1899 г. был выслан из Петербурга в Сибирь за революционную деятельность. Свою педагогическую деятельность Львов начал в 1914 г. с преподавания в средних учебных заведениях. А с 1919 г. он становится преподавателем Иркутского государственного университета, открытого в 1918 г.



**Рис. 1.** Александр Владимирович Львов. Фото из семейного архива Н.А. Львовой.

**Fig. 1.** Alexander Vladimirovich Lvov. Photo from the family archive of N.A. Lvova.

В университете не было отдельного геологического факультета, но в рамках физико-математического факультета университета существовала специализация «геология». Для обучения геологическим наукам в университете сначала был создан кабинет геологии, а затем, по инициативе Львова, – кафедры минералогии и геологии. Александр Владимирович возглавлял кафедру до 1928 г., сначала в качестве доцента, а с 1924 г. – профессора. Читал лекции по кристаллографии, минералогии, петрографии, физической геологии, исторической геологии, геологии СССР и курсу рудных месторождений. В 1936 г. А.В. Львов возглавил кафедру инженерной геологии.

А.В. Львов был твердо уверен, что в Иркутске должен быть отдельный институт (факультет), который будет давать качественное геологическое образование. По его мнению, для Восточной Сибири и Дальнего Востока с их богатейшими минеральными ресурсами, необходимо было готовить специалистов, хорошо знающих местные географические и геологические условия. В докладной записке на имя ректора Иркутского государственного университета он ходатайствовал об учреждении при университете «Института прикладной и чистой геологии»: «... здесь на месте должны образовываться кадры будущих исследователей-геологов, которые в качестве будущих краеведов еще со школьной скамьи должны знакомиться с геологическими особенностями Сибири и приобретать навыки к будущим самостоятельным исследованиям края. Только тогда данные исследования будут стоять на твердой почве, когда исследователи будут тысячами нитей связаны с родным краем, и они смогут подметить такие детали, которые не могут быть уловлены даже высококвалифицированным научным работником, незнакомым с местными геологическими особенностями ... я полагаю, что Иргосун должен возбудить в спешном порядке ходатайство перед Центром об открытии при университете в виде самостоятельного вуза Геолого-географического института ...» (Львова, 1986; с. 43–46) Его мечтам было суждено сбыться лишь в 1930 г., когда в Иркутске был основан Иркутский



горно-металлургический институт в составе трех факультетов – геологического, горного и металлургического, а в университете в 1933 году открылся геолого-почвенно-географический факультет.

Первые выпускники университета с квалификацией «геолог-минералог» специализировались именно у А.В. Львова. Считается, что первым выпускником-геологом, была Н.А. Горбунова, окончившая естественно-историческое отделение физмата 1 января 1924 г. по специальности «Геология».

Решающими для рождения геологического образования в ИГУ были 1930–1940-е годы. В 1932 г. на физико-математическом факультете открывается самостоятельное геологическое отделение, которое возглавляет доцент Т.Т. Деуля, будущий ректор университета. В мае 1933 г. происходит ещё одна реорганизация университета – создается геолого-почвенно-географический факультет (декан доцент И.В. Николаев). Первый официальный выпуск геологов объединенного факультета состоится летом 1936 года. Среди них – будущие знаменитый учёные члены-корреспонденты АН СССР Николай Александрович Флоренсов и Михаил Михайлович Одинцов (Одинцов заканчивает ИГУ экстерном). В 1940 году геолого-почвенно-географический факультет ИГУ с «отличием» оканчивает ещё один выдающийся ученый, член-корреспондент АН СССР Виктор Прокопьевич Солоненко.

В военные годы из центральных вузов и Академии наук на геологический факультет прибывают В.Д. Принада, В.Н. Лодочников, Е.Л. Падалка, Е.В. Павловский, Н.В. Фролова, А.И. Власенко, В.С. Соболев. На факультете начинают преподавать его бывшие ученики: Н.А. Флоренсов, В.П. Солоненко, М.М. Одинцов, П.И. Налётов и др.

Самостоятельный геологический факультет открывается в ИГУ в 1949 году, а первым его деканом избирается профессор М.М. Одинцов. В последующие годы факультет возглавляют В.П. Солоненко (1955), Е.А. Пресняков (1955–1956), Г.А. Покатилов (1956–1957), В.В. Латин (1957–1958), А.И. Бердников (1958–1964), А.П. Булмасов (1965), А.Г. Гарифулин (1966), М.Н. Трещенков (1967–1968), Г.А. Кузнецов (1968–

1970), В.П. Исаев (1970–1974), В.А. Ланин (1974–1979), В.В. Андреев (1980–1984), В.В. Демидов (1985–1989), А.И. Сизых (1989–2000). Начиная с 2000 г. обязанности декана факультета выполняет С.П. Примина.

Структура факультета неоднократно меняется. Подготовкой студентов занимается несколько кафедр, названия которых многократно меняются: минералогии и геологии, геологии, динамической геологии, общей геологии, инженерной геологии, геофизики, геохимии, минералогии и петрографии, полезных ископаемых, геологии нефти и газа. В разные годы должности заведующих кафедр исполняют выдающиеся ученые и педагоги: профессор А.В. Львов (1924–1928, 1936–1941 гг.), профессор С.Н. Лаптев (1931–1933 гг.), доцент Е.А. Пресняков (1933–1936 гг.), профессор Н.А. Флоренсов (1941–1960 гг.), профессор В.П. Солоненко (1953–1960 гг.), профессор А.П. Булмасов (1960–1970 гг.), доцент М.Ф. Кузнецов (1960–1963 и 1965–1970 гг.), профессор В.А. Наумов (1970–1986 гг.), профессор П.М. Хренов (1981–1984 гг.), доцент В.В. Андреев (1984–1986 гг.), академик Н.А. Логачев (1986–1999 гг.), академик Ф.А. Летников (1979–1999 гг.), профессор Г.Я. Абрамович (2001–2012 гг.), профессор И.П. Карасев (1964–66 гг.), доцент В.Ф. Лузин (1982–1986 гг.), профессор В.П. Исаев (1986–2002 гг.) и другие.

Геологический факультет гордится своими выпускниками, среди которых есть ученые – организаторы научных исследований: академик АН СССР, лауреат Государственной премии и премии Совета Министров СССР, депутат Верховного Совета СССР Н.А. Логачев; члены-корреспонденты АН СССР М.М. Одинцов, В.П. Солоненко, Н.А. Флоренсов и И.В. Гордиенко; член-корреспондент РАН Д.П. Гладкочуб и доктор геол.-мин. наук А.Б. Перепелов; лауреаты Государственной премии И.И. Блинников, А.В. Бутенко и В.С. Дубовский; лауреаты Ленинской премии и премии Ленинского комсомола Г.Х. Файнштейн, Ю.И. Хабардин, А.Н. Сутурин и С.В. Рассказов, заслуженный геолог Республики Бурятия А.И. Сизых; заслуженный геолог Якутской АССР, лауреат Государственной премии Г.К. Семигузов;

заместитель министра геологии РСФСР И.А. Кобеляцкий.

На кафедре геологии нефти и газа в разное время работали лаборатории: физики нефтяного пласта (научный руководитель доцент Б.А. Лысов), нефтегазопроисводительной геохимии, (научный руководитель профессор В.П. Исмаев) и моделирования геологических процессов (МГП). Последняя из них была организована в конце шестидесятых годов доцентом Г.И. Лохматовым и проработала до середины 1990-х на Вычислительном центре Иркутского государственного университета (ныне – Центра новых информационных технологий (ЦНИТ ИГУ) (Прими́на, Михалеви́ч, 2024).

На основании решения Учёного совета университета от 25 июня 2004 г., заинтересованность в открытии которой на геологическом факультете кафедры геохимии неоднократно высказывали академики РАН М.И. Кузьмин (Институт геохимии СО РАН) и Ф.А. Летников (Институт земной коры СО РАН). Их предложение получило активную поддержку в лице ректора ИГУ, профессора А.И. Смирнова и декана геологического факультета, доцента С.П. Приминой. Стопроцентная острепенность профессорско-преподавательского коллектива кафедры за все годы ее работы, обеспечивала высокий уровень подготовки студентов. На кафедре работали: профессора В.С. Антипин, А.А. Воронцов, М.А. Горнова, В.И. Гребенщикова, П.В. Коваль, В.Д. Козлов, В.А. Макрыгина; доценты Г.А. Белоголова, А.Е. Будяк, В.А. Бычинский, С.И. Дриль, А.Ф. Летникова, А.В. Паршин, А.М. Фёдоров. Высокий профессионализм преподавателей высоконаучные тематики научно-исследовательских работ на кафедре способствовали формированию у студентов соответствующих профессиональных знаний, умений и навыков, которые в обязательном порядке принимали участие в ежегодной научной студенческой конференции геологического факультета Иркутского госуниверситета «Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири», ежегодной научно-практической конференции Иркутского госуниверситета «Студент и научно-технический прогресс», а также в

городских и областных олимпиадах по геологии и минералогии. Работа кафедры была тесно связана с исследовательской деятельностью институтов Иркутского научного Центра СО РАН, и в первую очередь с Институтом геохимии и Институтом земной коры. Результатом этого сотрудничества являлось неуклонное повышение качества обучения студентов на кафедре, а также выполнению курсовых и дипломных работ на высоком уровне (Летникова, 2024).

Достигнутые успехи в трудовой биографии выпускников геологического факультета 1964 г. позволяют заслуженно гордиться ими за прошедшие шестьдесят лет. Им дороги воспоминания о времени поступления, студенческой жизни, особенностей организации учебного процесса шестидесятых годов прошлого столетия. Они рассказывают о том, как благодаря активному и мудрому участию преподавательского корпуса студенты заслуженно и успешно подошли к уровню специалистов, способных решать профессиональные задачи российской науки и производства (Антипин и др., 2024).

#### *Инженерные изыскания на юге Восточной Сибири*

Все годы преподавания в университете Александр Владимирович Львов занимался научной работой. Он участвовал в изучении золотоносности и минеральных вод Восточных Саян, горнотехнических условий и полезных ископаемых зоны строительства Транссибирской железнодорожной магистрали (Хобта, 2023а, 2023б). Эти исследования стали основой для создания в Иркутске научной школы инженерной геологии и мерзлотоведения.

Значителен вклад А.В. Львова в геологические изыскания для возведения гидроэлектростанций в Приангарье (Снопков и др., 2024б). А.В. Львов участвовал в изучении условий строительства проектируемой Иркутской ГЭС; изучал геологию и гидрологию верховьев р. Китой, руководил рекогносцировочными работами на порожистом участке Ангары. Результаты его обследования состояния склонов левого борта Ангары были использованы при проектировании

Байкальской (Иркутской) ГЭС. Особенностью исследований А.В. Львова является не только тщательное детальное описание геологии изучаемых объектов, но и обязательная интерпретация полевых наблюдений с точки зрения истории геологического развития территории.

Изучение гидроресурсов Приангарья и изыскания участков под строительство гидроустановок являлось не только стратегически важной задачей, но и было новым направлением в геологических исследованиях. Большинство изыскателей, в том числе, А.В. Львов, в ходе выполнения работ разрабатывали методику подобных исследований. Поэтому изыскания 20-х – 30-х годов XX века в Приангарье во многом сформировали основы инженерно-геологических и гидрогеологических исследований.

Кроме того, большинство этих работ проводилось в авральном режиме – сложнейшие инженерные вопросы необходимо было решать в короткие сроки при скудном обеспечении работ как материальными ресурсами, так и рабочей силой. Так, например,

А.В. Львову необходимо было за два месяца провести изучение геологии Зыркузунского хребта и дать заключение о возможности строительства 4-х километрового тоннеля сквозь этот хребет. Несмотря на все трудности, изыскатели – топографы, геологи, горные инженеры – с честью справились со своей задачей, создав основу для создания гидроэнергетики в Приангарье.

#### *Обеспечение прироста запасов графита Ботогольского месторождения*

С началом Великой Отечественной войны потребность промышленности в графите резко увеличилась. Подготовленных к разработке запасов графитовых руд в стране было мало. Одним из основных источников стратегического сырья было месторождение высококачественного графита (рис. 2) на гольце Ботогол в Восточных Саянах. По результатам геологических работ в предвоенное время считалось, что месторождение графитовой руды находится на грани истощения и вероятность прироста запасов крайне низкая.



**Рис. 2.** Древоподобный (слева) и крупночешуйчатый (справа) высококачественный графит с Ботогольского месторождения.

**Fig. 2.** Tree-shaped (left) and coarse flake (right) high-quality graphite from the Botogolskoye deposit.

В 1942 году к оценке перспектив месторождения были привлечена группа ученых, среди которых были преподаватели и выпускники ИГУ – Н.А. Флоренсов, М.М. Одинцов и В.П. Солоненко, а также В.С. Соболев, отправленный в 1941 вместе с ЛГИ в эвакуацию в Иркутск и в 1941–1943 годах преподававший в ИГУ (Снопков и др., 2024а).

Перед геологами стояла сложнейшая задача – в кратчайшие сроки изучить месторождение и обеспечить прирост запасов для бесперебойной работы Ботогольского рудника. Несмотря на более чем полувековую историю эксплуатации месторождения, четкого представления о поисковых признаках графитового оруденения не существовало. Было очевидно, что для того, чтобы найти

новые рудные тела, нужно первоначально определить поисковые критерии оруденения, чего невозможно сделать без выяснения генезиса месторождения. То есть, для решения стратегической промышленной задачи (прирост запасов графитовых руд) нужно было в тяжелейших условиях войны решить сложнейшую научную проблему – понять механизм формирования графита, выявить рудоконтролирующие факторы и разработать методику поиска графитовых тел, максимально исключив из неё элемент случайности.

Усилиями выдающихся ученых эта задача была решена. За два полевых сезона было сделано то, что не удавалось сделать в течение нескольких десятков лет. Выработанная методика поиска графитовых тел тут же дала свои результаты – в 1943 г. было открыто рудных залежей больше, чем за всю историю изучения месторождения. Добыча графита в 1942–1943 гг. на руднике увеличилась в 2 раза.

Для ученых, совершивших этот научный прорыв, изучение Ботогольского месторождения стало важным этапом в их научной карьере. Впоследствии трое из них (Н.А. Флоренсов, В.П. Солоненко, М.М. Одинцов) стали членами-корреспондентами АН СССР, а В.С. Соболев – академиком АН СССР.

#### *Открытие Якутской алмазоносной провинции*

7 августа 1949 года на Косе Соколиной в долине р. Вилюй был найден первый алмаз геологической партией Г.Х. Файнштейна, входившей момент в состав Тунгусской экспедиции, которой руководил инициатор поисков алмазов на Сибирской платформе М.М. Одинцов (Корольков, 2024). В открытии алмазов принимали активное участие выпускники геологического факультета ИГУ: Л. Комина, И. Галкин, Ю.И. Хабардин и др.

Сразу после защиты докторской диссертации осенью 1949 г. М.М. Одинцов был назначен первым деканом самостоятельного геологического факультета. Его прогноз о существовании месторождений алмазов на территории Якутии подтвердился через 5 лет, когда молодая сотрудница ВСЕГЕИ (г.

Ленинград) Л.А. Попугаева 21 августа 1954 года открыла первый коренной источник алмазов в Сибири – кимберлитовую трубку «Зарница», используя пироповый метод поисков по совету А.А. Кухаренко.

#### *Обоснование нового научного направления в геологии – палеосейсмогеологии*

На геологическом факультете Иркутского государственного университета (ИГУ) прошли обучение многочисленные монгольские студенты. Существенный резонанс имели также работы преподавателей факультета, проводившиеся в 1957–1958 гг. по изучению последствий Гоби-Алтайского землетрясения, произошедшего на территории Монголии 4 декабря 1957 г.

По просьбе правительства МНР район землетрясения сначала обследовали Н.А. Флоренсов, В.П. Солоненко и А.А. Тресков, которые вместе с монгольскими коллегами провели аэровизуальные и маршрутные наблюдения свежих сейсмических рвов в плейстосейстовой области, протянувшейся на 270 км вдоль северного подножия Гобийского Алтая. Затем, в 1958 г. под научным руководством Н.А. Флоренсова и при техническом обеспечении В.П. Солоненко были организованы работы специальной Гоби-Алтайской экспедиции, результатом которых явилось описание последствий события 4 декабря в книге «Гоби-Алтайское землетрясение». В процессе выполнения этого исследования и подготовки монографии, изданной в 1963 г., Н.А. Флоренсов и В.П. Солоненко сменили место работы на геологическом факультете ИГУ на Институт земной коры Восточно-Сибирского филиала АН СССР. Вместе с ними произошло перераспределение научных исследований. За факультетом осталась в основном преподавательская деятельность.

В 2007 г. в Улан-Баторе состоялась международная конференция с геологической экскурсией в Гобийский Алтай в связи с 50-летием со времени Гоби-Алтайского землетрясения, которое послужило толчком для создания нового направления в геологии – палеосейсмогеологии (Рассказов, Чувашова, 2024).



### Изучение геологии и полезных ископаемых Прихубсугулья Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской экспедицией

В 1970 г. была организована Советско-Монгольская комплексная Хубсугульская экспедиция Иркутского и Монгольского государственных университетов, объединяющих преподавателей разных научных направлений. В рамках этих работ преподаватели геологического факультета А.Г. Кузнецов, В.А. Сульдин и др. оценили перспективы территории на фосфориты и бокситы и составили первые геологические карты Прихубсугулья, служившие в качестве основы для работ гидрогеологов, палеосейсмогеологов, биологов, почвоведов, химиков и других специалистов, принимавших участие в работах экспедиции.

В середине 1970-х гг. по геологии и полезным ископаемым Прихубсугулья были

защищены кандидатские диссертации В.А. Сульдина и А.Е. Бессолицина. Результаты геологических работ вошли в Атлас озера Хубсугул (Рассказов, Чувашова, 2024).

### Геологический факультет сегодня

В настоящее время факультет насчитывает 36 сотрудников (рис. 3). Студенты проходят обучение на трех кафедрах: кафедре полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии (заведующий – доцент, кандидат геолого-минералогических наук Сергей Александрович Сасим), кафедре динамической геологии (заведующий – профессор, доктор геолого-минералогических наук Сергей Васильевич Рассказов) и кафедре геологии нефти и газа (заведующая – доцент, кандидат геолого-минералогических наук Светлана Павловна Примина).



Рис. 3. Общая фотография сотрудников геологического факультета. 2024 г.

Fig. 3. General photo of the staff of the Faculty of Geology. 2024

Очное и заочное обучение проходит более 420 студентов. Обеспечивается чтение

курсов бакалавриата, магистратуры и специалитета. Ежегодно защищаются многочисленные квалификационные работы.

На факультете осуществляется аспирантская подготовка кадров. На кафедре динамической геологии подготовлено и защищено в 2022–2023 гг. 4 кандидатские диссертации граждан Сирии: Юссеф Аило «Глубинные включения из кайнозойских вулканических пород Тункинской долины Байкальской рифтовой системы в структуре раннепалеозойского слюдянского метаморфического комплекса», специальность 04.00.08 – Петрология, вулканология; Абдулмонем И. Хассан «Кайнозойские комплексы осадочных отложений в осевых Баргузинской и Тункинской долинах Байкальской рифтовой системы», специальность 25.00.06 – Литология; Аднан Аль-Хамуд «Кайнозойские комплексы осадочных отложений на флангах Южно-Байкальской впадины и в Селенгино-Витимском прогибе», специальность 25.00.06 – Литология; Аднан Аль-Хамуд «Кайнозойские комплексы осадочных отложений на флангах Южно-Байкальской впадины и в Селенгино-Витимском прогибе», специальность 25.00.06 – Литология; Рияд Э. Алокла «Глинистые минералы в зоне гипергенеза Байкальской рифтовой системы», специальность 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

### **Будущее факультета**

Будущее геологического факультета связано с будущим геологии, с ее востребованностью обществом. Особое место в работе на факультете отведено «Школе юных геологов». Руководит школой зав. Научно-учебным музеем геологического факультета, старший преподаватель кафедры динамической геологии С.В. Липкина (Липкина и др., 2024). Определяющее значение для подготовки геологов с нулевого цикла имеет начальное ознакомление вчерашних школьников с основами геологии и проведение полевых учебных практик. 30-летний опыт проведения практик С.Н. Коваленко (2024) учитывает опубликованные пособия за весь период существования геологического

факультета, результаты разработки основных полигонов практик, различные виды практик и способы их проведения с выходом на психологические и профессиональные особенности. При организации учебных практик С.В. Рассказовым, А.А. Каримовой и И.С. Чувашовой ежегодно студенты-первокурсники знакомятся с горнодобывающими предприятиями (Черемховское угольное месторождение, Тыретский солерудник, Карьер Перевал и др.), проходят хорошо отработанными маршрутами по разновозрастным комплексам пород от архея до квартера и вместе с преподавателями прокладывают новые маршруты. Передача опыта полевых исследований крайне важна для всего образовательного процесса и рассматривается в качестве важнейшего приоритета в преподавании геологических дисциплин на факультете.

Большим вызовом для современной геологии является прогноз землетрясений. В прошлом году был подготовлен тематический выпуск журнала «Геология и окружающая среда» как отклик на трагические последствия двух катастрофических землетрясения, произошедших в Турции 6 февраля 2023 г. с интервалом 9 часов (Рассказов и др., 2023). Турецкие землетрясения вошли в историю как одно из самых трагических событий, унесшее жизни почти 50 тыс. человек в Турции и более 8 тыс. человек в Сирии.

На основе финансирования по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры России» на 2009–2013 годы в 2012 г. за счет дополнительных средств геологического факультета (контракт № 11736 от 20.05.2010) был организован Култукский полигон и получен опыт гидрогеохимического мониторинга сейсмической угрозы в центральной части Байкальской рифтовой системы. По его результатам в мае 2020 г. была опубликована статья (Rasskazov et al., 2020), в которой прогнозировалась сильная сейсмическая активность 2020–2021 гг. Этот прогноз оправдался. Более подробно суть прогностических построений изложена в статье (Rasskazov et al., 2024). Министерством науки и высшего образования Российской Федерации была проведена работа по выявлению тематик для финансирования научных исследований

ВУЗов в 2004–2006 гг. Тема кафедры динамической геологии «Оценка сейсмической опасности в Байкальской рифтовой системе по результатам гидрогеохимического мониторинга» с обоснованием ее образовательного значения получила одобрение экспертами.

Лекционные теоретические курсы классического университета России дают общее знание по предметам, которое может долгое время оставаться не востребованным в практической деятельности молодого специалиста. В магистерских курсах вводятся приемы, которые заставляют слушателей размышлять. На старших курсах, после производственных практик бакалавриата и магистратуры, у студентов уже начинают вырабатываться профессиональные навыки, но у них еще недостаточно опыта оформления идеи в виде научной статьи.

В век компьютерных технологий общение между преподавателем и студентом предполагает сохранение информации между встречами и ее переработку в интерактивном режиме во время встреч. Студент магистерской подготовки может видеть рождение научной статьи от начала до конца, наблюдать за тем, как преподаватель делает научную работу, как он выбирает новую актуальную тему для исследования, как он формулирует цель, выбирает методы для решения поставленных задач, получает фактические материалы с полным осознанием их качества, создает структуру статьи, наполняет ее содержанием и иллюстрациями. Студент получает возможность разобраться с данными различных публикаций и при обсуждении составить представление о достоверных и недостоверных результатах, изложенных в опубликованных статьях, приобретает способность улавливать малейшие неточности и грубые ошибки преподавателя, неизбежно возникающие в процессе работы над содержанием рукописи, и вводить необходимые правки, чувствовать вместе с преподавателем необходимость совершенствования структуры работы и корректировки выводов, которые следуют из каждого нового обсуждения полученного фактического материала. Наконец, у магистранта может сформироваться понимание новизны выводов, полученных в результате

проделанной коллективной работы преподавателя и активных слушателей, и сложиться впечатление о дальнейших перспективах впервые предложенных решений.

На геологическом факультете ИГУ третий год проводятся занятия по дисциплине «Подготовка, оформление и представление результатов научно-исследовательских и научно-производственных работ». За два предшествующих учебных года во время занятий в интерактивном режиме подготовлены статьи (Олиферовский и др., 2022; Монгуш и др., 2023). Обе опубликованы в финальных (четвертых) выпусках журнала «Геология и окружающая среда» как отчетные документы магистрантов по пройденному курсу. Магистранты стали авторами статей и получили зачеты по дисциплине.

В развитии геологического знания последних 50-ти лет определяющее значение имеет изучение радиогенных изотопов. Доминирующие представления о холодной ранней Земле, принятые геологами в 1960–1980-х гг., сменились к настоящему времени аргументированными построениями образования планеты с полным расплавлением протопланетного материала и выделением ядра в течение 30 млн лет с последующей кристаллизацией гадейского магматического океана 4.54–4.44 млрд лет назад. Долгая дискуссия об органическом и неорганическом происхождении нефти может также прийти к аргументированному финалу, если подобрать материал и конкретизировать задачи по определению изотопных компонентов нефтей.

В начале первого семестра 2024–2025 учебного года в интерактивном режиме с магистрантами началась работа по теме о возможности применения изотопов Pb для систематики битумов, керогенов и нефтей. Обзор (Рассказов и др., 2024), выполненный к концу семестра, показал подразделение нефтей разных регионов Мира на гидротермальные и обычные (катагенетические). В гидротермальных условиях в битумах достигается изотопная гомогенизация Pb с выходом на надежные изохронные Pb–Pb датировки, отражающие отделение свинца от урана в рудные минералы одновременно с обогащением битумов ураном. В условиях катагенеза изотопная гомогенизация Pb не



достигается. По семействам фигуративных точек на диаграммах изотопов Pb выявляется дискретность компонентов разновозрастных источников.

В систематике битумов, керогенов и нефтей различаются источники Pb-изотопных кластеров и непрерывных протяженных трендов. Кластеры изотопов Pb свойственны месторождениям углеводородов Северной и Южной Америки, протяженные тренды – месторождениям Евразии, Африки и Австралии. В кластерах наблюдается взаимное соответствие Pb-изотопных составов керогенов и нефтей, а также производных легких фракций бензинов. В протяженных трендах выявляется несоответствие между этими составами. Pb-изотопные кластеры обозначают месторождения углеводородов, образовавшиеся в результате катагенеза осадочных отложений в бассейнах погружения, протяженные Pb-изотопные тренды свидетельствуют о развитии более сложных процессов поступления и преобразования углеводородного материала.

В качестве типичного (преобладающего) протяженного тренда нефтей Европы принимается тренд Северного и Баренцева морей, имеющий на диаграмме  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  наклон около 0.09–0.10. На тренде обозначается общий европейский компонент нефтей (Common European Oil Component, СЕОС), существенно отличающийся от состава Общего Мантийного Резервуара (Common Mantle Reservoir, СМР) Европы и сопредельной Африки и Аравии. Протяженные Pb-изотопные тренды других регионов меняют наклон от 0.08 до 0.23. В этом интервале находится наклон (0.1123) протяженного тренда нефтей поля Ляохэ Северо-Восточного Китая. Но здесь проявляется также крутой тренд с наклоном 0.4091.

Распределение изотопов Pb в углеводородах Северного моря интерпретируется как результат смешения древнего Pb, который переносится термальными водами из пород кристаллического фундамента, и молодого Pb, содержащегося в черных сланцах юрского возраста. Распределение изотопов Pb в битумах, керогенах и нефтях поля Ляохэ служит показателем их формирования в

глубинных мантийных флюидных потоках, которые характеризуются протяженными трендами диаграммы  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , подобными трендам кайнозойских вулканических пород Азии. Несмотря на развитие в России нефтедобывающей отрасли, Pb-изотопная систематика углеводородного сырья здесь остается неизученной.

Современная теория Земли и ее развитие основывается на изучении геохимических характеристик источников вулканизма океанов и континентов. Для новейших геодинамических построений в Азии ключевая информация получена на территории Монголии в 2001–2024 гг. Обосновано пространственно-временное изменение мантийных источников вулканических пород в связи с деформациями литосферы в Байкальской рифтовой системе при развитии процессов в Японско-Байкальском геодинамическом коридоре (Рассказов, Чувашова, 2024).

### Заключение

У истоков создания геологического образования в Иркутске стоял выдающийся ученый и педагог Александр Владимирович Львов (1871–1941), который изучал золотосодержащие и минеральные воды Восточных Саян, горнотехнические условия и полезные ископаемые зоны строительства Транссибирской железнодорожной магистрали и проводил геологические изыскания для возведения гидроэлектростанций в Приангарье. В 1942 году к оценке перспектив Ботогольского месторождения графита была привлечена группа ученых геолого-почвенно-географического факультета ИГУ, среди которых были Н.А. Флоренсов, М.М. Одинцов, В.П. Солоненко и В.С. Соболев. В кратчайшие сроки они изучили месторождение и обеспечили прирост запасов для бесперебойной работы Ботогольского рудника. 7 августа 1949 года на Косе Соколиной в долине р. Вилюй был найден первый алмаз геологической партией Г.Х. Файнштейна, входившей в состав Тунгусской экспедиции, которой руководил инициатор поисков алмазов на Сибирской платформе М.М. Одинцов. Существенный резонанс имели также работы преподавателей факультета Н.А. Флоренсова



и В.П. Солоненко, проводивших в 1957–1958 гг. изучение последствий Гоби-Алтайского землетрясения, произошедшего на территории Монголии 4 декабря 1957 г. Эти работы привели к созданию нового направления геологии – палеосейсмогеологии.

Со времени образования самостоятельного геологического факультета в 1949 г. до конца 1950-х гг. научные разработки сотрудников факультета органично сочетались с преподавательской деятельностью. После перехода Н.А. Флоренсова, М.М. Одинцова и В.П. Солоненко в Восточно-Сибирский филиал АН СССР в 1960-х гг. научные исследования также перераспределились, и за факультетом закрепились в основном функции преподавания. В начале 1970-х гг. была организована Советско-Монгольская комплексная Хубсугульская экспедиция Иркутского и Монгольского государственных университетов, объединивших преподавателей разных научных направлений. В рамках этих работ преподаватели геологического факультета А.Г. Кузнецов, В.А. Сульдин и др. оценили перспективы территории на фосфориты и бокситы и составили первые геологические карты Прихубсугулья, служившие в качестве основы для работ гидрогеологов, палеосейсмогеологов, биологов, почвоведов, химиков и других специалистов, принимавших участие в работах экспедиции.

Настоящее и будущее геологического факультета связано с настоящим и будущим геологии, с ее востребованностью обществом. Большим вызовом для современной геологии является прогноз землетрясений. Для всего образовательного процесса на факультете крайне важна передача опыта полевых исследований на учебных практиках, что рассматривается в качестве важнейшего приоритета в преподавании геологических дисциплин на факультете. Лекционные теоретические курсы дополняются практическими интерактивными занятиями по подготовке научных статей с магистрантами. Перспективы развития современной теории Земли связываются с изучением геохимических характеристик источников вулканизма, особенно показательных на территории Монголии.

## Литература

Антипин В.С., Гланц В.И., Глебов М.П., Ким А.Г., Кинякин А.В., Козлов С.А., Мазукабзов А.М., Ступак Ф.М., Харахинов В.В., Святочевская (Цахновская) М.М. Дороги и судьбы геологов выпуска 1964 года Иркутского государственного университета // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 4. С. 113–150.

Коваленко С.Н. Полевые учебные практики геологического факультета Иркутского государственного университета // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 4. С. 151–165.

Корольков А.Т. Роль геологов Иркутского государственного университета в открытии Якутской алмазоносной провинции // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 4. С. 58–66.

Летникова А.Ф. Основные направления учебной и научно-исследовательской работы кафедры геохимии с 2004 по 2014 гг. // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 4. С. 110–112.

Липкина С.В., Коваленко С.Н., Киселева И.Б., Табдаев Е.Б., Даутов И.С., Газизова Т.Ф. Дневник полевого этапа Международной школьной геологической экспедиции «Восточные Саяны – оз. Байкал 2024» Россия-Кыргызстан // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 3. С. 190–211. DOI 10.26516/2541-9641.2024.3.190

Монгуш А.Р., Коваленко С.Н., Ясныгина Т.А., Чувашова И.С., Саранина Е.В., Рассказов С.В. Сходство и различие состава среднеюрских и нижнеплиоценовых отложений на северо-западном берегу Байкала: Оценка вклада обломочного материала Приморского хребта в аллювий средней части долины Пра-Манзурки // Геология и окружающая среда. 2023. Т. 3, № 4. С. 51–81. doi: 10.26516/2541-9641.2023.4.51

Олиферовский Р.В., Седунова Е.А., Шаметова И.Б., Башкирцев А.В., Данилин Д.А., Монгуш А.Р., Коваленко С.Н., Ясныгина Т.А., Чувашова И.С., Саранина Е.В., Рассказов С.В. Источник трахидацит-риолитовых галек среднеюрских конгломератов на северо-западном берегу Байкала: сопоставление галек с породами магматических комплексов верхнего палеозоя и мезозоя Забайкалья // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 4. С. 53–79. doi: 10.26516/2541-9641.2022.4.53

Примина С.П., Михалевич И.М. Вклад лаборатории моделирования геологических процессов в развитие кафедры геологии нефти и газа геологического факультета Иркутского государственного университета. К 60-летию кафедры геологии

нефти и газа и 75-летию геологического факультета // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 4. С. 102–109.

Рассказов С.В., Чувашова И.С. Изучение геологии, полезных ископаемых, землетрясений и источников кайнозойского вулканизма Монголии преподавателями геологического факультета Иркутского государственного университета // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 4. С. 67–101.

Рассказов С.В., Ружич В.В., Коваленко С.Н. Последствия и оценка угрозы землетрясений: введение // Геология и окружающая среда. 2023. Т. 3, № 1. С. 5–21. DOI 10.26516/2541-9641.2023.1.5

Рассказов С.В., Ясныгина Т.А., Чувашова И.С., Колотилина К.В., Куроленко А.А., Носкова Т.В., Тукалова В.О., Опеньшев А.П., Хромова С.М., Парфенов Д.И. Рb-изотопная систематика битумов, керогенов и нефтей: от изохронных и дискретных источников до протяженных трендов глобальных компонентов // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 4. С. 166–200.

Снопков С.В., Хобта А.В., Богданова И.А., Швалева Н.И. Вклад геологов ИГУ в изучение Ботокольского графитового месторождения (Восточные Саяны) // Геология и окружающая среда. 2024а. Т. 4, № 4. С. 21–36

Снопков С.В., Хобта А.В., Швалева Н.И. Геологические исследования А.В. Львова при изысканиях мест для строительства гидроэлектростанций в Приангарье // Геология и окружающая среда. 2024б. Т. 4, № 4. С. 37–57.

Хобта А.В. Исследования геолога А.В. Львова на Кругобайкальской железной дороге. // Геология и окружающая среда. 2023а. Т. 3, № 3. С. 31–48. DOI 10.26516/2541-9641.2023.3.31.

Хобта А.В. Геологические исследования вдоль Кругобайкальской железной дороги, выполненные в конце XIX–начале XX вв. // Геология и окружающая среда. 2023б. Т. 3, № 3. С. 12–30. DOI 10.26516/2541-9641.2023.3.12

Rasskazov S., Piyasova A., Bornyakov S., Chuvashova I., Chebykin E. Responses of a  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  activity ratio in groundwater to earthquakes in the South Baikal Basin, Siberia // *Front. Earth Sci.* 2020. Vol. 14. No. 4. P. 711–737. doi.org/10.1007/s11707-020-0821-5

Rasskazov S.V., Piyasova A.M., Snopkov S.V., Chuvashova I.S., Bornyakov S.A., Chebykin E.P.

Chemical hydrogeodynamics of the Kultuk groundwater reservoir versus paragenetically related large earthquakes in the central Baikal Rift System, Siberia // *Journal of Earth System Science.* 2024. Vol. 133. P. 190. <https://doi.org/10.1007/s12040-024-02392-2>

## References

Antipin V.S., Glantz V.I., Glebov M.P., Kim A.G., Kinyakin A.V., Kozlov S.A., Mazukabzov A.M., Stupak F.M., Kharakhinov V.V., Svyatochevskaya (Tsakhnovskaya) M.M. Roads and fates of geologists graduating in 1964 from Irkutsk State University // *Geology and Environment.* 2024. Vol. 4, No. 4. P. 113–150.

Khobta A.V. Geological studies along the Circum-Baikal railroad, carried out in the late XIX-early XX centuries // *Geology and Environment.* 2023. Vol. 3, No. 3. P. 12–30. DOI 10.26516/2541-9641.2023.3.12

Khobta A.V. Studies of the geologist A.V. Lvov on the Circum-Baikal railroad // *Geology and Environment.* 2023. Vol. 3, No. 3. P. 31–48. DOI 10.26516/2541-9641.2023.3.31.

Korolkov A.T. Role of the Irkutsk State University geologists in the discovery of the Yakutsk diamondiferous province // *Geology and Environment.* 2024. Vol. 4, No. 4. P. 58–66.

Kovalenko S.N. Field training of the geological faculty of the Irkutsk State University // *Geology and Environment.* 2024. Vol. 4, No. 4. P. 151–165.

Letnikova A.F. Main directions of educational and research work of the Department of Geochemistry from 2004 to 2014 // *Geology and Environment.* 2024. Vol. 4, No. 4. P. 110–112.

Lipkina S.V., Kovalenko S.N., Kiseleva I.B., Tabdaev E.B., Dautov I.S., Gazizova T.F. Diary of the field stage of the International School Geological Expedition "Eastern Sayan Mountains – Lake Baikal 2024" Russia-Kyrgyzstan // *Geology and Environment.* 2024. Vol. 4, No. 3. P. 190–211. DOI 10.26516/2541-9641.2024.3.190

Mongush A.R., Kovalenko S.N., Yasnygina T.A., Chuvashova I.S., Saranina E.V., Rasskazov S.V. Similarity and difference in the composition of Middle Jurassic and Lower Pliocene sediments on the north-western shore of Lake Baikal: Assessment of the contribution of clastic material from the Primorsky Ridge to the alluvium of the middle part of the Pra-Manzurka valley // *Geology and Environment.* 2023. Vol. 3, No. 4. P. 51–81. doi: 10.26516/2541-9641.2023.4.51

Oliferovsky R.V., Sedunova E.A., Shametova I.B., Bashkirtsev A.V., Danilin D.A., Mongush A.R., Kovalenko S.N., Yasnygina T.A., Chuvashova I.S., Saranina E.V., Rasskazov S.V. Source of trachidacite-rhyolite pebbles of Middle Jurassic conglomerates on the north-western shore of Lake Baikal: comparison of pebbles with rocks of magmatic complexes of the Upper Paleozoic and Mesozoic of Transbaikalia // *Geology and Environment*. 2022. Vol. 2, No. 4. P. 53–79. doi: 10.26516/2541-9641.2022.4.53

Primina S.P., Mikhalevich I.M. Contribution of the laboratory of modeling of geological processes to the development of the Department of Oil and Gas Geology, Faculty of Geology, Irkutsk State University. To the 60th Anniversary of the Department of Oil and Gas Geology and the 75th Anniversary of the Faculty of Geology // *Geology and Environment*. 2024. Vol. 4, No. 4. P. 102–109.

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S. Study of geology, minerals, earthquakes and sources of Cenozoic volcanism of Mongolia by the teachers of the Geology Department of Irkutsk State University // *Geology and Environment*. 2024. Vol. 4, No. 4. P. 67–101.

Rasskazov S.V., Ruzhich V.V., Kovalenko S.N. Consequences and assessment of earthquake hazard: introduction // *Geology and Environment*. 2023. Vol. 3, No. 1. P. 5–21. DOI 10.26516/2541-9641.2023.1.5

Rasskazov S.V., Yasnygina T.A., Chuvashova I.S., Kolotilina K.V., Kurolenko A.A., Noskova T.V., Tukulova V.O., Openishev A.P., Khromova S.M., Parfenov D.I. Pb-isotope systematics of bitumens, kerogens and oils: from isochronous and discrete sources to extended trends of global components // *Geology and Environment*. 2024. Vol. 4, No. 4. P. 165–199.

Snopkov S.V., Khobta A.V., Shvaleva N.I. Geological investigations of A.V. Lvov during site surveys for the construction of hydroelectric power plants in Priangarie // *Geology and Environment*. 2024b. Vol. 4, No. 4. P. 21–36.

Snopkov S.V., Khobta A.V., Bogdanova I.A., Shvaleva N.I. Contribution of ISU geologists to the study of Botogolskoye graphite deposit (Eastern Sayan Mountains) // *Geology and Environment*. 2024a. Vol. 4, No. 4. P. 37–57.

**Прими́на Светлана Павловна,**

кандидат геолого-минералогических наук,

Иркутский государственный университет, геологический факультет,

декан геологического факультета, заведующая кафедрой геологии нефти и газа, доцент,

664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

тел.: (3952)243-278,

email: svetlana.primina@gmail.com.

**Primina Svetlana Pavlovna,**

candidate of geological and mineralogical sciences,

dean of Geological Faculty, Head of Oil and Gas Char, assistant professor,

664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,

Irkutsk State University, Faculty of Geology,

tel.: (3952)243-278,

email: svetlana.primina@gmail.com.

**Снопков Сергей Викторович,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент,

664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,

Иркутский государственный университет,

доцент,

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 91,

Сибирская школа геонаук Иркутский национальный исследовательский технический университет,

научный сотрудник,

email: snopkov\_serg@mail.ru.

**Snopkov Sergey Viktorovich,**

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor,

Karl Marx str., 1, Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk State University,

*Associate Professor,  
91 Lermontov st., Irkutsk, 664033, Russia,  
Siberian School of Geosciences Irkutsk National Research Technical University,  
Researcher,  
email: snopkov\_serg@mail.ru.*

**Коваленко Сергей Николаевич,**  
*кандидат геолого-минералогических наук,  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
доцент кафедры динамической геологии,  
тел.: (3952)20-16-39,  
email: igrug@mail.ru.*

**Kovalenko Sergey Nikolaevich,**  
*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,  
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
Associate Professor of the Department of Dynamic Geology,  
tel.: (3952)20-16-39,  
email: igrug@mail.ru.*

**Расказов Сергей Васильевич,**  
*доктор геолого-минералогических наук, профессор,  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
заведующий кафедрой динамической геологии,  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,  
Институт земной коры СО РАН,  
заведующий лабораторией изотопии и геохронологии,  
тел.: (3952) 51-16-59,  
email: rassk@crust.irk.ru.*

**Rasskazov Sergei Vasilievich,**  
*doctor of geological and mineralogical sciences, professor,  
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
Head of Dynamic Geology Char,  
664033, Irkutsk, Lermontov st., 128,  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
Head of Laboratory for Isotopic and Geochronological Studies,  
tel.: (3952) 51-16-59,  
email: rassk@crust.irk.ru.*

---



# Гидрогеология, инженерная геология

УДК 550.8; 908

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.21>

## Геологические исследования А.В. Львова при изысканиях мест для строительства гидроэлектростанций в Приангарье

С.В. Снопков<sup>1,2</sup>, А.В. Хобта<sup>3</sup>, Н.И. Швалева<sup>4</sup><sup>1</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия<sup>2</sup>Сибирская школа геонаук Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия<sup>3</sup>Музей истории ВСЖД ОАО РЖД, г. Иркутск, Россия<sup>4</sup>Иркутский филиал ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу», Россия

**Аннотация.** Имя знаменитого геолога и педагога Александра Владимировича Львова (1871–1941) хорошо известно не только специалистам, но и всем, кто интересуется историей научных исследований Сибири. Львов стоял у истоков создания геологического образования в Иркутске, создал в Сибири научную школу инженерной геологии и мерзлотоведения, участвовал в изучении полезных ископаемых Прибайкалья и горнотехнических условий зоны строительства и эксплуатации Транссибирской железной магистрали. Одним из направлений его исследований было участие в изысканиях мест для строительства гидроэлектростанций в Приангарье.

**Ключевые слова:** А.В. Львов, инженерная геология, горнотехнические изыскания, гидроэлектростанции в Приангарье, Братские пороги.

## Geological Studies of A.V. Lvov during the Exploration of Sites for the Construction of Hydroelectric Power Plants in the Angara Region

S.V. Snopkov<sup>1,2</sup>, A.V. Khobta<sup>3</sup>, N.I. Shvaleva<sup>4</sup><sup>1</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia<sup>2</sup>Siberian School of Geosciences Irkutsk National Research Technical University, Russia<sup>3</sup>Museum of the History of the East Siberian Railway, JSC Russian Railways, Irkutsk, Russia<sup>4</sup>Irkutsk branch of the Federal State Budgetary Institution "Territorial Fund of Geological Information for the Siberian Federal District", Russia

**Abstract.** The name of the famous geologist and teacher Alexander Vladimirovich Lvov (1871–1941) is well known not only to specialists, but also to everyone who is interested in the history of scientific research in Siberia. Lvov stood at the origins of the creation of geological education in Irkutsk, created a scientific school of engineering geology and permafrost science in Siberia, participated in the study of minerals in the Baikal region and mining conditions of the construction and operation zone of the Trans-Siberian Railway. One of the areas of his research was to participate in the exploration of sites for the construction of hydroelectric power plants in the Angara region.

**Keywords:** A.V. Lvov, engineering geology, mining and technical surveys, hydroelectric power plants in the Angara region, Bratsk rapids.

## Введение

Увлеченность геологией у будущего профессора Иркутского государственного университета (ИГУ) Александра Владимировича Львова появилось ещё в детстве, которое прошло у него на Урале. Ещё гимназистом Александр собрал большую коллекцию уральских минералов, которая вызывала интерес не только у окружающих людей, но и специалистов-геологов. Поэтому связать свою жизнь с геологией было осознанным решением, и в 1893 г. он поступает на естественное отделение физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета (рис. 1).



**Рис. 1.** Александр Владимирович Львов (1871-1941). Фото из семейного архива Н.А. Львовой.

**Fig. 1.** Alexander Vladimirovich Lvov (1871-1941). Photo from the family archive of N.A. Lvova.

Закончить университет А.В. Львову не удалось – в 1897 г. он был исключен из университета за революционную деятельность, и в 1899 г. выслан в село Тунка Иркутской губернии. В Прибайкалье он прожил до самого конца жизни и более 40 лет занимался изучением геологии Сибири.

С 1914 г. Александр Владимирович начал педагогическую деятельность. Он преподавал в Иркутской женской гимназии,

техникуме, Народном университете, Иркутском учительском институте. С 1919 г. Львов начинает преподавать в Иркутском государственном университете — первом высшем учебном заведении Иркутска. Именно он стал одним из основателей геологического образования. В университете он проработал (с перерывами) до самой своей смерти в 1941 г. Возглавлял сначала кафедру минералогии и геологии, затем кафедру инженерной геологии. В течении нескольких лет отстаивал идею создания в Иркутске отдельного геологического института (или факультета). Открытие в Иркутске горно-металлургического института в 1930 г., и геолого-почвенно-географического факультета ИГУ в 1933 г. во многом было результатом его стараний (Львова и др., 1986).

Не менее значимы его достижения в изучении геологии Восточной Сибири. Научные интересы Александра Владимировича были весьма разносторонними. Он участвовал в изучении золотоносности и минеральных вод Восточных Саян; изучал разнообразные горнотехнические условия и полезные ископаемые зоны строительства Транссибирской железнодорожной магистрали (Хобта, 2023). Именно участие в исследованиях Забайкальской железной дороги позволили ему получить богатый опыт инженерно-геологических исследований, в том числе территорий с широким развитием многолетней мерзлоты. Благодаря этим знаниям А.В. Львов создал в Иркутске научную школу инженерной геологии и мерзлотоведения (Львова и др., 1986).

Одним из важных, и в то же время малоизвестных, направлений его научной деятельности было изучение горнотехнических условий мест строительства высоконапорных гидроэлектростанций в Приангарье.

## Проект электрификации Иркутской губернии в 1920-х – 1940-х гг.

Идеи использования энергоресурсов могучих сибирских рек высказывались еще в XIX веке, в том числе известными учеными А.Л. Чекановским и В.А. Обручевым. Весной 1895 г. Иркутская городская управа рассматривала предложение группы инженеров о гидротехническом строительстве на Ангаре,

а несколькими годами позже обсуждалась возможность строительства гидроэлектростанции на Иркуте. Однако масштабные целенаправленные исследования были начаты только при проектировании и строительстве Транссибирской магистрали, когда наряду с изысканием дороги шла оценка ресурсов прилегающих территорий. В 1887–1890 гг. экспедицией Министерства путей сообщения под руководством инженера М.В. Чернцова были проведены исследования р. Ангары. На основании этих исследований в 1906 г. инженер А. Крутиков высказал предложение о превращении Ангарских порогов в источник энергии (Малышев, 1935).

В 1917 г. исследованием гидроэнергетического потенциала Приангарья занималась Ленская партия Лено-Байкальского округа путей сообщения. Один из отрядов этой партии во главе с инженером В.М. Малышевым провела обследование Ангары на всем её протяжении, собрав материалы по использованию энергии реки и некоторых её притоков. В 1918—1920 гг. геодезическими работами на участке Ангары от истока до Братских порогов занималось специальное бюро, под руководством всё того же В.М. Малышева (Горавский и др., 1926, с. 17).

Электрификация страны стала одной из первых крупных хозяйственных программ Советского государства. В феврале 1920 года была создана государственная комиссия по электрификации России (ГОЭЛРО). С того же года началось изучение Приангарья по заданиям этой государственной комиссии. К изучению особенностей водного режима рек, специфики образования льда, геологического строения берегов и т.д. были привлечены известные в Сибири ученые: А.В. Вознесенский, В.Б. Шостакович, С.Л. Арцыбашев, С.Н. Лаптев и, в том числе, профессор А.В. Львов.

На основании этих работ в 1920 г. инженер А.А. Вельнер подготовил записку «Водные силы Ангары и возможность их использования», в которой обосновал идею строительства в Иркутской губернии ряда ГЭС, в том числе 11 гидроэлектростанций на Ангаре с напором от 6 до 20 м и суммарной мощностью 2000 мВт. Однако эти предложения не вошли в план ГОЭЛРО, в котором было

намечено строительство лишь первоочередных электростанций в европейской части страны. Тем не менее, эти работы подтвердили перспективы использования сибирских рек для производства энергии, и изыскательские работы были продолжены (Малышев, 1935).

В 1921 г. было создано «Бюро по исследованию и использованию водных сил Сибири» (Сибисполвод) с центральным бюро в Томске и отделениях в губернских городах Сибири. Сибисполвод просуществовал всего два года. Начавшие изыскания были прерваны, за исключением Иркутской губернии. Иркутский Губернский Совет Народного хозяйства, несмотря на стесненные материальные обстоятельства, довел работы по оценке гидроэнергетического потенциала реки Иркут до конца (Шмидт, 1924).

В 1925 г. начался пересмотр плана ГОЭЛРО. По заданию Госплана инженером Малышевым была подготовлена аналитическая записка «Лено-Байкальская область и перспективы её электрификации», в которой были впервые даны конкретные показатели, продемонстрировавшие общесоюзное значение запасов гидроэнергии Ангары. Благодаря этой записке при разработке пятилетнего плана были намечены работы по комплексному изучению «Ангарской проблемы» – использование ангарской энергии в народном хозяйстве страны. (Горавский и др., 1926, с. 18) В 1927–1929 гг. трестом «Энергострой» (созданным в апреле 1927 г.) были проведены изыскания на Ангаре и её левых притоках; открыты водомерные и гидрологические посты. Сумма затраченных средств на производство работ в течении 3 лет составила 75 тыс. руб.

Несмотря на проведенные исследования Сибкрайплан, работая над генпланом Сибири, в 1929 г. был вынужден констатировать полную неясность в вопросе о перспективах использования Ангарской электроэнергии. В январе 1930 г. Сибкрайисполком обратился к академику И.Г. Александрову с просьбой разработать план комплексных исследований по указанной проблеме, с целью подготовки первых объектов промышленного строительства Ангаростроя уже к началу второй пятилетки. План комплексных исследований был

разработан к апрелю 1930 г., и его реализацию было отпущено 500 тыс. руб. На эти средства по «Ангарской проблеме» работало две организации — Ленинградское отделение Энергостроя и Гипровод (Государственный институт по проектированию гидротехнических сооружений Народного комиссариата земледелия СССР), причем первая выполняла работы на самой реке Ангаре, а вторая занималась изучением её притоков. С апреля 1931 г. все работы были объединены в созданном «Управлении работ по изучению

Ангарской проблемы», с объемом финансирования 1900 тыс. руб. (Малышев, 1935). В том же году «Управление ...» было переименовано в «Бюро Ангары» и вошло в состав треста «Гидроэлектропроект» (позднее «Гидроэнергопроект»). За пять лет изысканиями, проведенными «Бюро Ангары» под руководством профессора В.М. Малышева, были охвачены Ангара и наиболее крупные реки Байкало-Ангарского бассейна: Селенга, Иркут, Китой, Белая, Ока и др. (рис. 2).

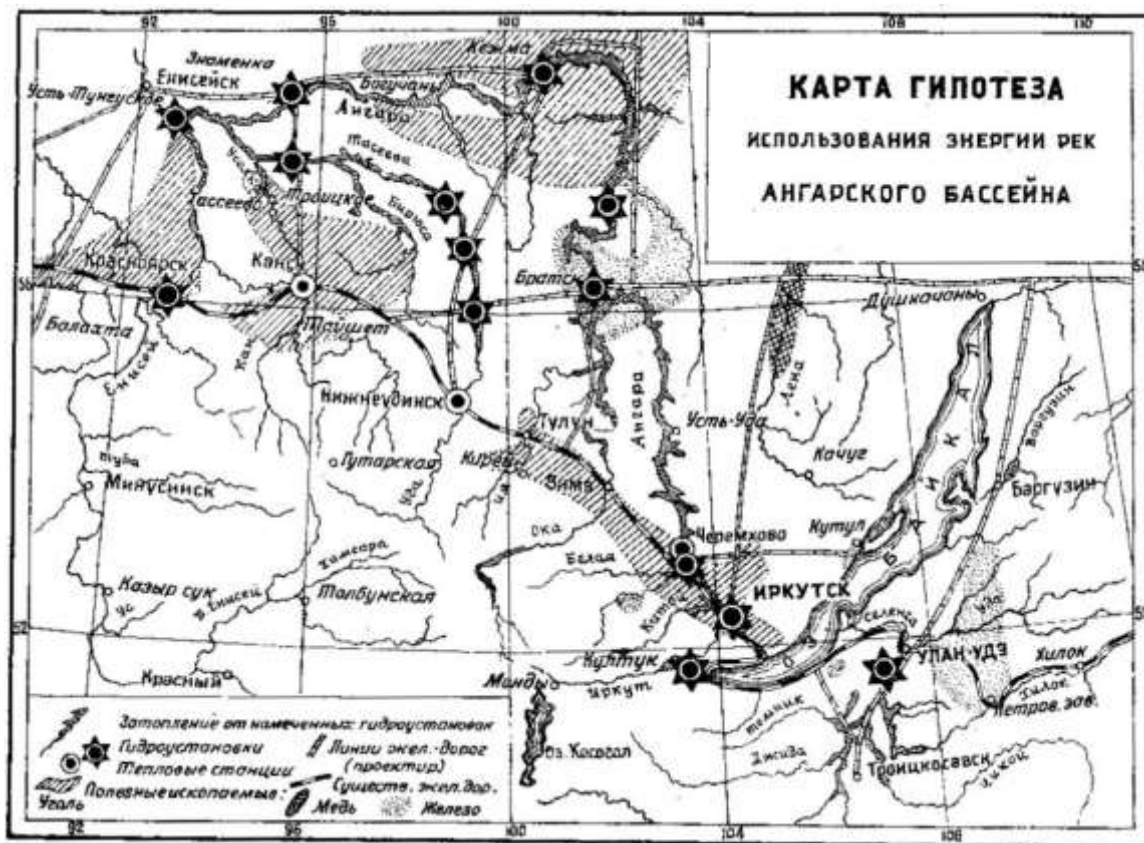


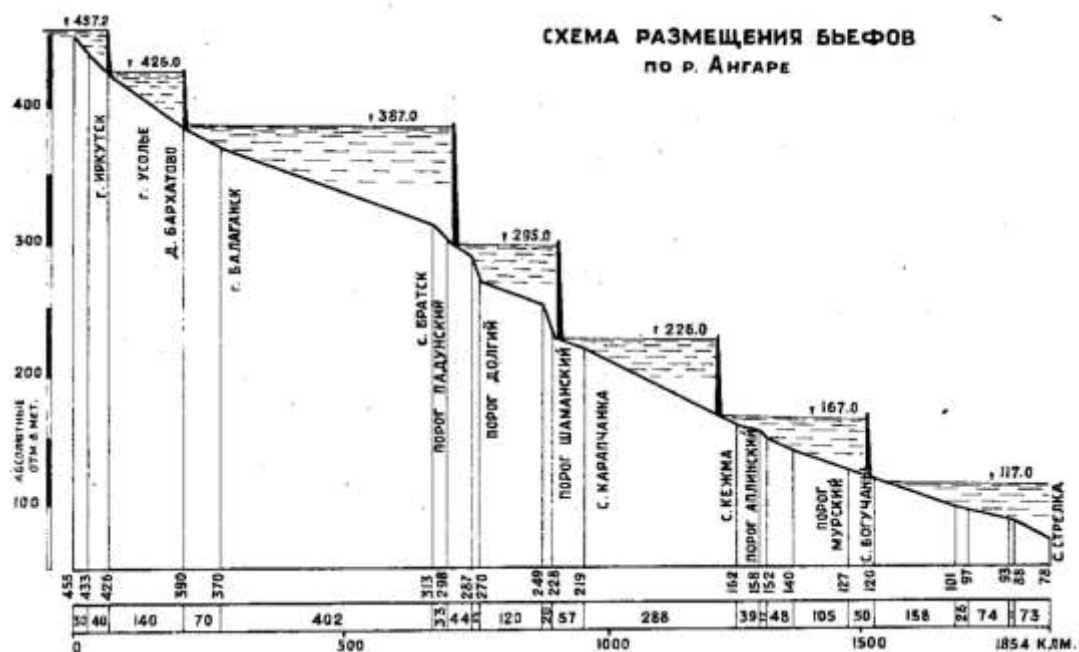
Рис. 2. Схема размещения проектируемых гидроустановок в бассейне реки Ангара (Малышев, 1935).

Fig. 2. The layout of the projected hydraulic installations in the Angara River basin (Malyshev, 1935).

Все объекты, изучаемые в рамках «Ангарского проекта», по значимости и поставленным задачам были фактически разделены на три группы: высоконапорные ГЭС на реке Ангара — «Большой Ангарострой»; ГЭС, регулирующая водный поток Ангары вблизи её истока — «Малый Ангарострой»; и небольшие ГЭС на притоках Байкала и Ангары.

Результатом работ стала разработка генеральной схемы осуществления гидростроительства в бассейне р. Ангары, которая подразумевала последовательное строительство шести ГЭС, образующих непрерывный каскад (Байкальская, Бархатовская, Братская, Шаманская, Кежемская и Богучанская) (рис. 3).





**Рис. 3.** Схема размещения плотин проектируемых гидроустановок по реке Ангаре (Мальшев, 1935).

**Fig. 3.** The layout of dams for projected hydraulic installations along the Angara River (Malyshev, 1935).

Все проектируемые ангарские гидростанции относились к исключительно крупными как по мощности, так и по отдаче энергии. Себестоимость энергии для каскада ГЭС оценивалась — 0.36 коп./кВтч. Из притоков Ангары и Байкала, к разряду источников дешевой энергии были отнесены реки Селенга, Иркут и Уда (себестоимость — 0.6 коп./кВтч).

Всего было рекомендовано сооружение 6 гидроэлектростанций на реке Ангаре (суммарная мощность 8.950 тыс. кВт) и 3 гидроэлектростанций на малых реках (суммарная мощность 1800 тыс. кВт). Среди первоочередных гидроэнергетических объектов были выделены три станции: Байкальская (выше Иркутска), Бархатовская (в районе Черемхово) и Култукская (на р. Иркут). По совокупности условий самой важной для промышленности и развития энергосистемы являлась Байкальская (позднее, названная Иркутской) гидроэлектростанция. Согласно этим рекомендациям Иркутская ГЭС в 1948 г. была включена в список проектно-изыскательских работ треста «Гидроэнергопроект». Проект был разработан к концу 1949 г, а в январе 1950 г. Правительство СССР приняло решение о сооружении Иркутского гидроузла (Мальшев, 1935).

Важное значение (а в некоторых случаях и определяющее) в процессе поиска вариантов размещения ГЭС играли сведения о геологическом строении территории. В рамках

проекта по изучению перспектив использования Ангарской электроэнергии геологами было описано геологическое строение больших территорий в долинах рек, изучено геодинамического состояния берегов, собраны сведения о минеральных ресурсах.

Одним из геологов, которые внесли большой вклад в эту работу был Александр Владимирович Львов.

### **Вклад А.В. Львова в изучение гидроресурсов р Ангары**

Фактически, А.В. Львов участвовал в этих исследованиях в течении 30 лет. Изучение геологии долины реки Иркут он начал ещё в 1902 году, когда принимал участие в изысканиях Иркутского варианта Кругобайкальской железной дороги.

Проведение детальных изысканий обхода железной дорогой Байкала по «высочайшему повелению» было начато в 1898 г. В качестве возможных вариантов прокладки дороги от Иркутска до Култука рассматривали следующие направления: по долинам рек Иркут и Култучная; пересечение Ольхинского плато по рекам Олха и Ангасолка; от истока Ангары по берегу Байкала; по долинам рек Китой, Иркут и Култучная. В 1899–1900 году изыскания были продолжены и сосредоточены только на двух вариантах — иркутский и береговой, — которые Управление по

сооружению Сибирской железной дороги считало наиболее перспективными. Для проведения геологических исследований не хватало специалистов, так как у инженеров путей сообщения знаний для понимания сложнейшей геологии берегов Байкала было недостаточно. Руководитель изысканий Б.У. Савримович пригласил участвовать в изысканиях по реке Иркут в должности горного инженера Александра Владимировича Львова (Хобта, 2004, с. 19).

Главной проблемой строительства дороги по Иркуту являлось преодоление Зыркузунского хребта, который река огибает крутой петлей. Пересечь хребет предполагалось либо сооружением участков подъема и спуска трассы на него, либо обхода хребта по ущелью реки, и, наконец, путем пробивки в нем тоннеля длиной 3.7 км (Хобта, 2004, с. 15–16). Все варианты требовали детального изучения геологии хребта и характера течения реки в ущелье. Именно этой проблемой занимался А.В. Львов.

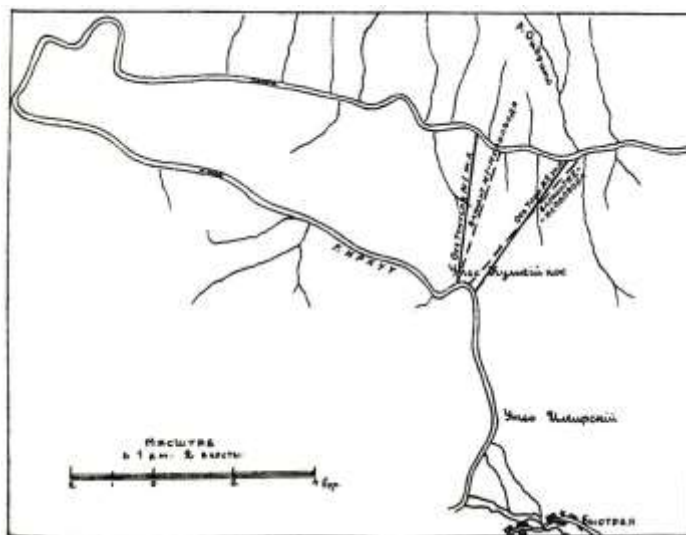
Позднее Львов проводил геологические исследования на Иркуте в 1919–1920 гг., занимаясь решением задач, не связанных с гидроэнергетикой (Львов, 1924а). Знания, полученные им при изучении долины реки и

Зыркузунского хребта помогли ему впоследствии с оценкой гидроресурсов Иркутта.

В рамках реализации плана электрификации страны, Иркутский Губернский Совет Народного хозяйства посчитал, что Иркут является наиболее перспективной рекой для строительства гидроэлектростанции. С 1920 года на Иркуте начинается изыскания гидро-техническая партия «Исполвода», под руководством инженера В.Р. Шмидта. Несмотря на то, что существовало несколько вариантов размещения ГЭС в долине Иркутта, Иркутский ГубСНХ считал наиболее перспективной гидроустановку в районе Зыркузунской петли.

В районе села Быстрое Иркут покидает широкую Тункинскую долину и круто поворачивает на запад — в горное ущелье, которое имеет вид огромной (длиной 40 км) петли, которая называется Зыркузунской.

Инициатор проекта «об утилизации Иркутной петли», инженер Н. Обухов предлагал прорезать водоводным тоннелем хребет, и на северном его выходе установить турбину. Вода будет падать на лопасти турбины с высоты более 70 м (к примеру, у Иркутской ГЭС — 30 м). По расчетам инженеров такая установка должна была давать среднесуточную мощность 7.3 тыс. кВт. (рис. 4).



**Рис. 4.** Схема размещения вариантов тоннеля проектируемой ГЭС на реке Иркут (Шмидт, 1924).

**Fig. 4.** The layout of the tunnel options for the projected hydroelectric power station on the Irkut River (Schmidt, 1924).

Именно это вариант расположения ГЭС необходимо было изучить партии «Исполвода». За 3 полевых сезона партия провела гидрологические, геодезические,

геологические, метеорологические и фотографические работы. Партия состояла из 4-х человек технического персонала (инженеры и техники) и от 8 до 22 рабочих.

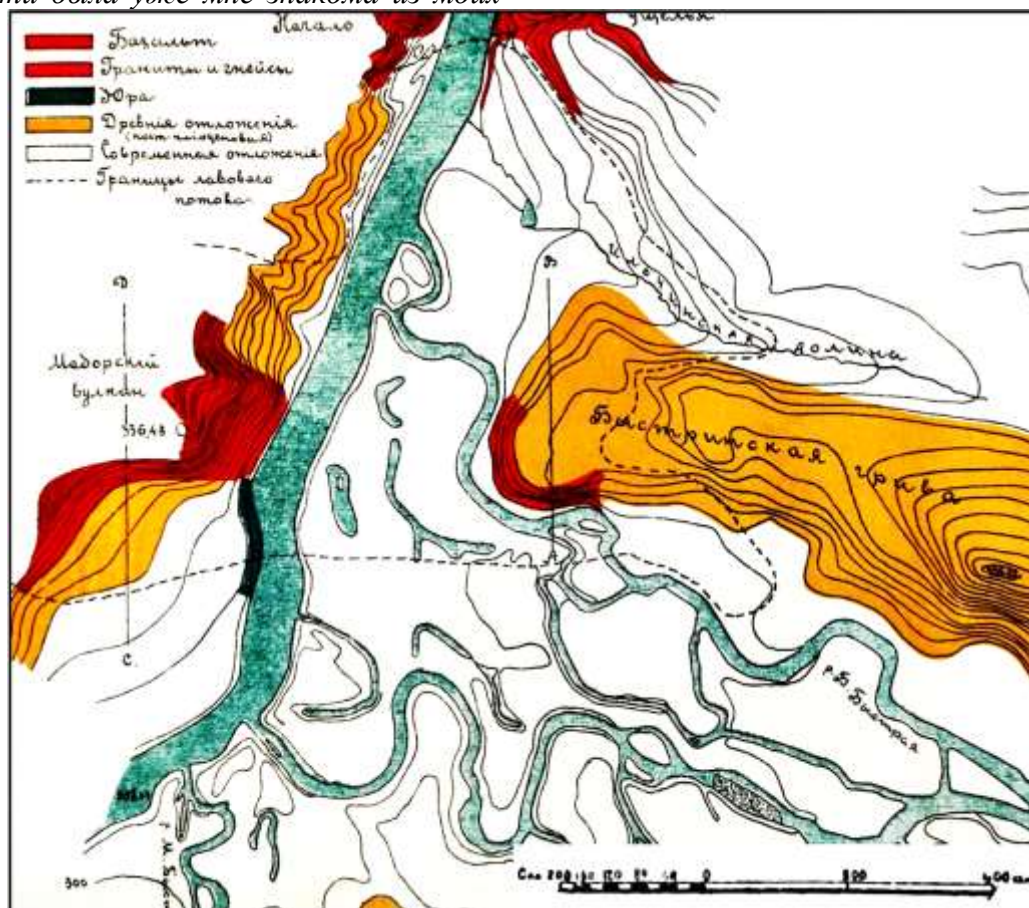
Летом 1922 г. В.Р. Шмидт поручает Львову произвести гидрогеологические исследования в районе работы гидротехнической партии. Необходимо было, во-первых, подготовить краткий гидрогеологический очерк долины р. Иркут; во-вторых, выяснить геологические условия заложения проектируемой плотины в ущелье Иркут; в-третьих, выяснить геологическое строение разреза по оси намеченного тоннеля, чтобы оценить вероятную устойчивость горных пород (Львов, 1924б).

На выполнение этого задания отводилось чрезвычайно мало времени — два месяца (июль — август). Львов писал, что выполнить задание было: «... крайне затруднительно даже при нормальных условиях, ... почти невозможно, поэтому приходилось пользоваться прежними отрывочными данными из моего более двадцатилетнего знакомства с исследуемым районом, и так как общая местность была уже мне знакома из моих

прежних работ, то я и мог ограничиться только выяснением некоторых деталей в знакомой мне уже картине ...» (Львов, 1924б, с. 43). Невзирая на все трудности, работа была выполнена в полном объеме. Написанная Львовым записка «Краткий гидрогеологический очерк истории долины р. Иркут» (Львов, 1924б), получилась достаточно большой и не вошла в полном объеме в итоговые «Материалы по проекту сооружения районной гидроэлектростанции на р. Иркут» (1924 г.). Полный текст этой работы был издан в том же году в Известиях ВСОРГО.

Выводы Львова о геологическом строении участка проектируемой плотины сводились к следующему:

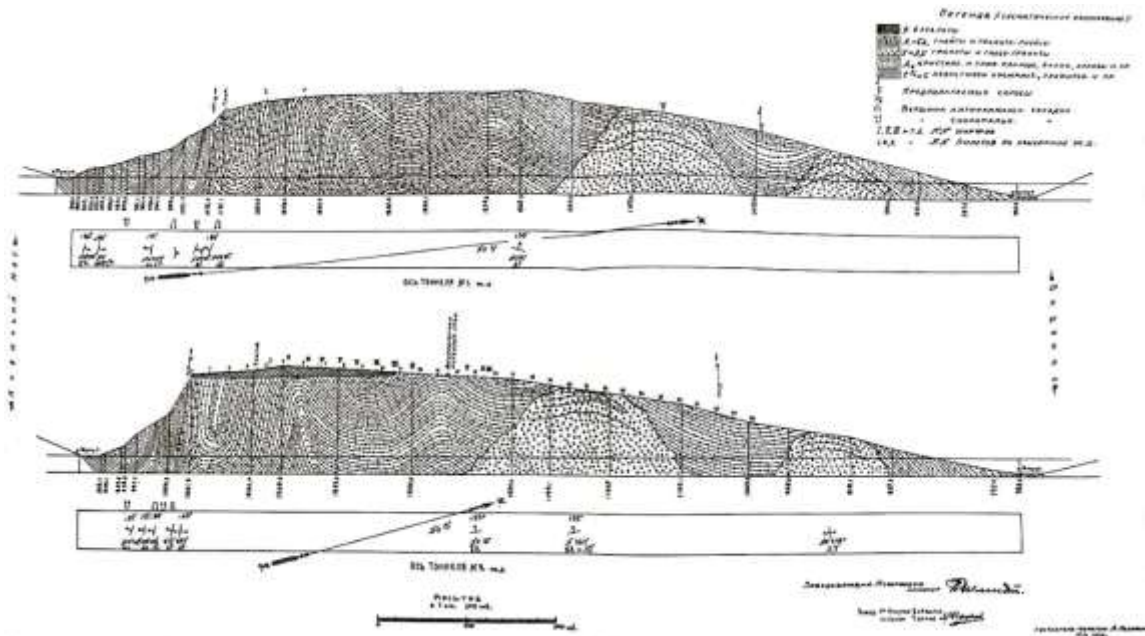
- на территории преобладают древние докембрийские кристаллические сланцы, гнейсы и гранито-гнейсы, залегающие почти вертикально (рис. 5, 6);



**Рис. 5.** Геологическая карта берегов реки Иркут в районе впадения реки Большая Быстрая, составленная А.В. Львовым (Львов, 1924б).

**Fig. 5.** Geological map of the banks of the Irkut River in the area of the confluence of the Bolshaya Bystrica River, compiled by A.V. Lvov (Lvov, 1924b).





**Рис. 6.** Схематические геологические профили Зыркузунского хребта по осям тоннелей №№ 1 и 2, составленные А.В. Львовым (Львов, 1924б).

**Fig. 6.** Schematic geological profiles of the Zyrkuzun ridge along the axes of tunnels No. 1 and 2, compiled by A.V. Lvov (Lvov, 1924b).



**Рис. 7.** Зарисовки геологического строения левого берега Иркут против устья реки Большая Быстрая (Львов, 1924б).

**Fig. 7.** Sketches of the geological structure of the left bank of Irkut opposite the mouth of the Bolshaya Bystrica River (Lvov, 1924b).



**Рис. 8.** Зарисовки геологического строения левого берега Иркут на юго-восточном склоне Куличьевого носа. Сбросы и карстовые полости в кремнистых известняках (Львов, 1924б).

**Fig. 8.** Sketches of the geological structure of the left bank of Irkut on the southeastern slope of Kulichy Nos. Discharges and karst cavities in siliceous limestones (Lvov, 1924b).



- магматические образования представлены жилами гранитов и базальтовыми породами; на левом берегу Иркутта у входа в ущелье находится Модорский вулкан (см. рис. 5, 6),

- в долине Иркутта у входа в ущелье залегают «сильно дислоцированные» толщи конгломератов и песчаников, возраст которых А.В. Львов оценивал как юрский или меловой (рис. 7);

- в начале ущелья в обрывах высокой террасы обнажаются закарстованные и трещиноватые кремнистые известняки также юрского возраста (рис. 8);

- у входа в ущелье выявлена зона милоцитов, мощностью до 400 м.

В заключении, Львов указывает, что на участке проектируемой плотины правый берег Иркутта, сложен крайне трещиноватыми известняками и находится в стадии усиленного размывания рекой. Выше места заложения плотины (в зоне планируемого водохранилища) в известняках наблюдается карст. Поэтому плотина должна быть заложена на сравнительно большой глубине, где находятся более прочные и менее разрушенные породы. А для «примыкания» плотины к скалам по обоим берегам реки необходимо сделать глубокие выемки, чтобы сооружение могло опираться на прочные скальные породы (Львов, 1924б, с. 59).

Относительно геологического строения Зыркузунского хребта Львов указывает, что он: *«обладает довольно сложным геологическим строением, несмотря на некоторое однообразие слагающих его пород. ... Известняки и кристаллические сланцы ... слагают южную часть хребта, гнейсы, ... инъецированные гранитами ... ими сложена по-видимому средняя часть хребта. ... Из массивных пород встречается базальт, образующий обширный покров на плоской части хребта ...»* (Львов, 1924б, с. 60). Северный склон хребта сложен теми же гнейсами что и центральная часть, но залегающими более полого (рис. 6).

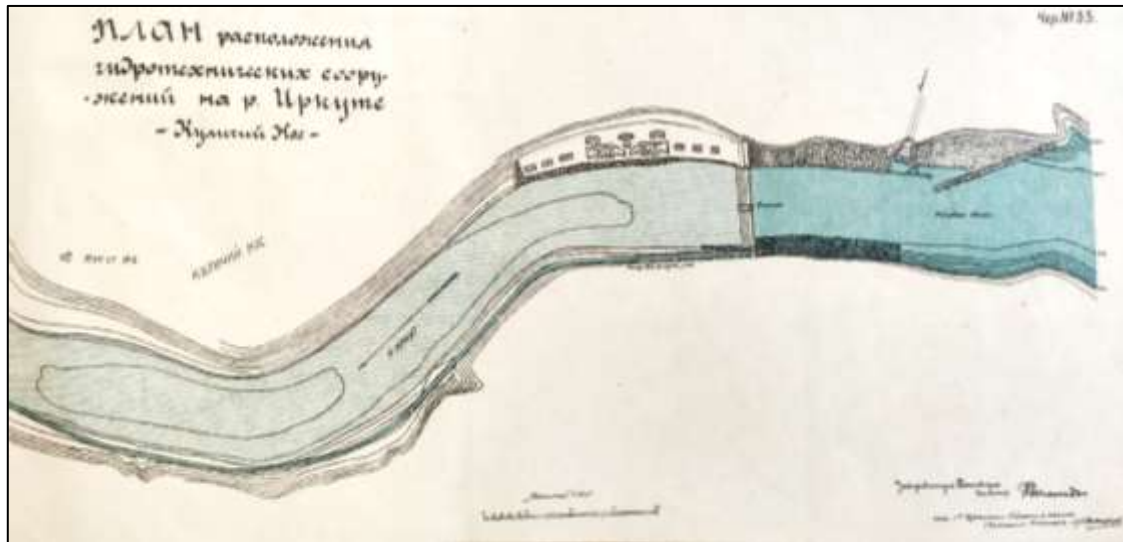
Изучение гидрологии Иркутта привело А.В. Львова к неожиданным результатам —

средний расход реки (439 мм/см<sup>2</sup> в год), значительно превосходил количество годовых осадков (300 мм/см<sup>2</sup> в год), выпадающих на площади его бассейна по данным метеостанции, расположенной в долине реки. (Львов, 1924б, С. 65) Это, по мнению А.В. Львова, *«являются редким исключением среди прочих рек земного шара»*. (Позже эти выводы были подвергнуты сомнению профессором В.М. Малышевым, который считал, что по данным одной метеостанции некорректно оценивать количество годовых осадков для территории в несколько сотен квадратных километров) (Малышев, 1935).

В целом, выводы А.В. Львова подтвердили представления о геологии района, высказанные ещё в конце XIX века геологом Петроградского геологического комитета Л.А. Ячевским: северный склон и центральная часть хребта сложены гранито-гнейсами, собранными в складки, с простиранием почти перпендикулярным к оси тоннеля, а южный крутой склон состоит из метаморфических пород (Ячевский, 1899).

В результате исследования А.В. Львова и его предшественников стало ясно, что массив горных пород, по которым пройдет водосбрасывающий тоннель, сложен прочными породами. Направление простирания пород и тектонические нарушения, в большинстве случаев, направлены в крест простирания оси тоннеля, что является вполне благоприятным с точки зрения прочности тоннеля. На участке строительства плотины необходимо будет учитывать низкие прочностные свойства известняков и сланцев.

По результатам работ партии «Исполвода» был составлен проект гидроэлектростанции. На рис. 9 показан план расположения перекрывающей Иркутта плотины и верхнего отверстия тоннеля, по которому вода будет течь до турбины (Шмидт, 1924). Надо также отметить, что позднее в качестве более перспективной ГЭС, работающей на воде Иркутта, был признан вариант сброса воды в Байкал (Малышев, 1935).



**Рис. 9.** План расположения плотины и начала водосбрасывающего тоннеля на р. Иркут выше мыса Куличий нос (Шмидт, 1924).

**Fig. 9.** The layout of the dam and the beginning of the spillway tunnel on the Irkut River above Cape Kulichy Nos (Schmidt, 1924).

В 1928–1929 гг. А.В. Львов принял участие в изучении ещё одной реки Восточных

Саян – Китоя (Львов, 1928; Львов, 1930) (рис. 10).



**Рис. 10.** Во время геологического маршрута. Восточные Саяны. 1929 г. А.В. Львов в центре. Фото из семейного архива Н.А. Львовой.

**Fig. 10.** During the geological route. Eastern Sayans. 1929 A.V. Lvov in the center. Photo from the family archive of N.A. Lvova.

По характеру течения реку Китой можно разделить на два участка; верхний горный (протяженностью приблизительно 150 км от истока) и нижний равнинный (от гор до устья). С точки зрения высоконапорной гидроэнергетики интерес представляла только горная часть реки.

Составленное А.В. Львовым геологическое описание горной части реки показывает, что горные породы, в которых промыл русло Китой, представлены кристаллическими сланцами, известняками и гранитами. Толща известняков и сланцев пронизана жилами кварца. Большое распространение также имеют прочные нефритоподобные змеевики.

На участке от устья р. Шумак (75 км от истока) до устья ручья Ихе-Гол (95 км от истока) река делает большую петлю, называемую «щеки». На этом участке река промыла глубокое ущелье, которое совершенно непроходимо в летнее время. Уклон реки на участке «щек», достигает 0.023 (Малышев, 1935, с. 54).

По результатам изысканий было признано, что использование энергии р. Китой в интересах промышленности представляет наименьший интерес во всем бассейне Ангары в связи с невозможностью создания в нем значительных по размерам регулирующих бассейнов. Несмотря на это, возможный проект размещения гидроустановки в верхней части реки все же был разработан.

Проект предусматривал создание гидростанции, мощностью в 50 тыс. кВт, в устье реки Шумак. Для этого планировалось построить арочную плотину в районе «щек» высотой 120 м и длиной — 250 м, которая будет опираться на скалы из прочных нефритоподобных змеевиков. Вода из водохранилища, создаваемого плотиной, будет поступать по тоннелю (длиною до 8 км) в скалах правого берега реки до устья реки Шумак, где будет находиться гидротурбина. Тоннель создаст перепад высот в 140 м, что позволит получить мощность станции — 29 тыс. кВт. Ориентировочная себестоимость энергии составит около 1 коп./кВтч (Малышев, 1935, с. 128).

### **Вклад А.В. Львова в изучение гидроресурсов р. Ангара**

Как было указано выше, в 1929 г. существовала полная неясность перспектив использования Ангарской электроэнергии. С 1930 г. начались интенсивные работы по

изучению гидроресурсов Приангарья, к которым также был привлечен А.В. Львов.

Особый интерес представлял порожистый участок Ангары (между устьями ее притоков — Оки и Илима). На большом промежутке реки (от Черемхово до Братска) берега были абсолютно не пригодны для строительства плотин из-за неустойчивых грунтов. Начиная от Братска Ангара течет по интрузивным образованиям — траппам, излившимся на границе пермского и триасового периодов. Благодаря толщам траппов русло реки на отдельных участках представляет собой ущелья, в которых образовались пороги и перекаты. Расположение плотин в районе выхода траппов являлось наилучшим инженерным решением (Малышев, 1935, с. 68).

Осенью 1930 г. А.В. Львов возглавил экспедицию для рекогносцировочного осмотра геологических условий порожистого участка Ангары, как наиболее перспективного в плане сооружения ГЭС. По договоренности с начальником «Бюро Ангары» инженером В.М. Малышевым, экспедиция должна была ознакомиться с участком реки от Братского острога до Бадарминской шиверы, чтобы осмотреть места уже намеченных гидроустановок, а также выявить новые (рис. 11).



**Рис. 11.** Карта района работ экспедиции А.В. Львова. Указаны крайние точки маршрута.

**Fig. 11.** Map of the area of work of the A.V. Lvov expedition. The extreme points of the route are indicated.

Большая часть намеченных вариантов размещения гидроустановок были определены путем осмотра местности с аэроплана, и не



были изучены «на местности» (Львов, 1931, с. 1-2).

Для выбора мест гидроустановок экспедиция должна была ориентироваться на следующие условия: возможность сооружения однопролетной плотины высотой до 100 м, при ширине не менее 1 км на современном её уровне; достаточная крутизна склонов долины реки; низкая трещиноватость и достаточная прочность скальных пород. Таких вариантов желательнее было наметить несколько, чтобы впоследствии при более детальном геологическом и инженерном исследовании можно было сделать однозначный выбор.

По намеченным линиям плотин необходимо было сделать промеры русла реки и тахеометрическую съемку до высоты 120 м над уровнем реки. Кроме того, нужно было проиллюстрировать порожистые участки Ангары фотоснимками. Попутно намечалось дать общую геологическую характеристику порожистой части Ангары, в том числе, и на основании проведенных работ Вост.-Сиб. геологоразведочным управлением летом 1930 года (Гаврилов, 1930). Дополнительным заданием для экспедиции А.В. Львова, был сбор данных о проявлениях полезных ископаемых территории.

В состав экспедиции входили: начальник экспедиции профессор А.В. Львов, на которого была возложена геологическая часть экспедиции; инженер Ю.Г. Шпехт, обязанностью которого было замерить профили намечаемых створов и сделать промеры дна реки, а также дать инженерную характеристику намечаемых вариантов; коллектор Г.И. Константинов, которому дополнительно было поручено производство фотоснимков; заведующий хозяйством Г.Р. Герке; лоцман Могилев и трое рабочих-гребцов (Львов, 1931, с. 4).

Экспедиция должна была выехать на место работ не позднее 15 сентября, чтобы успеть до ледостава выполнить задание. Затем, планировалось спуститься вниз по Ангаре до деревни Дворец, а, если позволит теплая осень — до самого устья Ангары. Это бы позволило бегло ознакомиться со всем порожистым участком реки.

Из-за отсутствия финансирования и несвоевременного приобретения необходимого для экспедиции инвентаря, лодок и прочего оборудования, экспедиция смогла выехать только 8 октября. Профессор А.В. Львов, инженер Ю.Г. Шпехт и завхоз Герке выехали из Иркутска в Братск на пароходе, а остальные участники экспедиции со всем грузом и продовольствием сплавлялись на лодках. Из Братска вся экспедиция на лодках отправилась в район порогов 14 октября. Несмотря на все сложности, работы были выполнены в соответствии с заданием (Львов, 1931, с. 4-5).

В целом, по результатам геологических работ 1930 г. (А.В. Львов, Ф.М. Гаврилов и др.) были сделаны следующие выводы:

- весь район сложен красноцветными кембрийско-силурийскими отложениями, представленными средне и мелкозернистыми кварцевыми песчаниками, тонкозернистыми кварцево-глинистыми песчаниками и сланцево-известковистыми глинами;
- весь красноцветный комплекс прорван многочисленными и мощными интрузиями траппов, вызвавшими перемещения и складчатость терригенной толщи; интрузии были представлены не только покровами и пластовыми залежами, но и крупными лакколитами;
- красноцветные отложения вместе с траппами смяты в пологие складки северо-западного, реже северо-восточного направления;
- весь порожистый участок имеет характерные признаки молодости рельефа — устьевые участки небольших притоков Ангары имеют вид узких висячих долин, которые заканчиваются на значительной (до 20 м) высоте над урезом Ангары;
- геоморфологически порожистый участок представляет чередование узких (порядка 1 км) и относительно коротких (3–5 км) ущелий с широкими озеровидными расширениями долины Ангары; в каждом ущелье находятся пороги и шиверы (Пьяновский, Пьяный Бык, Падунский, Дубынинский, Седановская, Моргудоль, Шаманская шивера, Шаманский бык и Шаманский порог);



- берега этих ущелий представлены отвесными скалами траппов, толща которых в обнажениях достигает до 100 м (рис. 12);



**Рис. 12.** Отвесные скалы траппов в районе Падунского порога.

**Fig. 12.** Steep cliffs of traps in the area of the Padunsky threshold.

- по геологическим и геоморфологическим данным наиболее благоприятными местами строительства плотин являются пороги Падунский, Похмельный, Долгий, Шаманский, Шаманский бык и Бадарбинская шивера; из них наиболее удачным вариантом является ущелье ниже Падунского порога, где река имеет около километра ширины, течет в одном русле и оба берега представляют собою почти вертикальные падающие трапповые утесы, высотой до 90 м в обнажениях.

Обзор вклада А.В. Львова в изучение гидроресурсов Приангарья будет неполным, если не отметить использование его данных при проектировании Байкальской ГЭС – самой верхней в каскаде ангарских станций.

Первоначально рассматривалось несколько вариантов местоположения Байкальской гидроустановки: в истоке Ангары, у р. Подорвихи, у д. Тальцы, выше д. Кржановщина, напротив д. Малая Разводная, у предместья Лисиха. Такое странное месторасположение станции объясняется тем, что она, в первую очередь, проектировалась как плотина, регулирующая речной поток для всех нижестоящих гидроустановок, и лишь во вторую – как станция для выработки энергии.

При проектировании Байкальской станции вблизи истока Ангары, были использованы материалы детального обследования левого

берега реки, которые проводил А.В. Львов в 1925–1930 гг. (Львов и др., 1925; Львов и др., 1931). Эти работы были направлены на обследование склонов для оценки вероятности обвалов и осыпей для Кругобайкальской железной дороги.

По данным А.В. Львова, левый берег Ангары, от Иркутска и вверх по течению, представляет собой последовательность сменяющихся толщ горных пород. Начинается разрез с юрских пород: песчаников и глинистых сланцев, с прослойками конгломератов и бурых углей, которые на участке от Иркутска до д. Михалева залегают практически горизонтально, образуя очень пологие волнообразные складки. Начиная с 30 версты амплитуда складок заметно увеличивается. По мере приближения к Байкалу пласты осадочных пород становятся все круче, а их напластование все больше нарушено сбросами, надвигами и зонами милонитов. На 55 версте юрские пласты вдруг резко приобретают нормальное залегание с небольшим уклоном в сторону Байкала, но на высоте 20-30 саж. от железнодорожной выемки они сменяются надвинутыми гранито-гнейсами. Зона этого надвига (Ангарского шарьяжа) спускается к реке на 56 версте, и состоит из переслаивающихся песчаников и гнейсов. В 6 км от Байкала сильно раздробленные юрские отложения сменяются

докембрийскими кристаллическими гранитоиднейсами (Львов и др., 1925).

По результатам геологических и экономических исследований наиболее оптимальным

было признано строительство Байкальской станции (в последствии получившей название – Иркутская) в районе дер. Малая Разводная (рис. 13) (Малышев, 1935, с. 71).



Рис. 13. Карта Ангары вблизи г. Иркутск.

Fig. 13. Map of Angara near Irkutsk.

### Заключение

Изучение гидроресурсов и изыскания мест сооружения гидроэнергетических установок в 20–30-е годы XX века в Приангарье являлись важнейшей государственной задачей молодого Советского государства, от эффективности решения которой зависело развитие народного хозяйства. Именно эти работы стали исходной ступенью создания энергетической системы Восточной Сибири.

Александр Владимирович Львов был более 30 лет вовлечен в изыскания, проводимые в рамках «Ангарского проекта». Львов участвовал в изысканиях всех трех направлений развития гидроэнергетики: изучении гидроресурсов Иркуты и Китоя в рамках проекта сооружения небольших ГЭС на притоках Байкала и Ангары; изучении порожистого участка Ангары – «Большой Ангарострой»; на данных его исследований решался вопрос о строительстве Байкальской ГЭС – «Малый Ангарострой».

Типичной чертой работы профессора А.В. Львова являлось то, что он, выполняя конкретную изыскательскую задачу, всегда

пытался взглянуть на проблему в более широком плане. Его отчеты и пояснительные записки содержат не только описание полевых наблюдений, но и попытку их интерпретации с точки зрения истории геологического развития территории. Несмотря на то, что его геологические построения не всегда были корректны и однозначны, высказываемые им гипотезы давали толчок для дальнейших геологических исследований.

### Литература

Гаврилов Ф.М. Геологический очерк центральной части Братского района Вост.-Сиб. края. Рукопись. 1930. 248 с.

Горавский А.И., Добкин М.Д., Емельянов Н.А. Южно-Байкальский куст промышленных предприятий // Проблемы капитального строительства Восточной Сибири. Иркутск, 1926.

Львов А.В. Из геологического прошлого средней части долины р. Иркуты в пределах от Тункинской котловины до Зыркузунского хребта. // Известия ВСОРГО, Т. 46. Вып. 3. Иркутск, 1924. 98 с.

Львов А.В. Краткий гидрогеологический очерк истории долины р. Иркуты // Материалы по

проекту сооружения районной гидроэлектростанции на р. Иркут. Иркутск: Губсовнархоз, 1924. С. 43–67.

Львов А.В. Краткий отчет о результатах геологических исследований в бассейнах рек Верхнего и Среднего Китоя, Иркутка и Оспы. Рукопись, 1928. 17 с.

Львов А.В. Краткий отчет о геологических исследованиях в Тункинских и Китойских альпах в 1928–1929 гг. Рукопись. 1930. 91 с.

Львов А.В. Отчёт об экспедиции в порожи-стый участок р. Ангары. Рукопись 1931. 184 с.

Львов А.В., Власов А.И. Общие соображения о результатах осмотра линии Забайкальской ж.д. на участке от Иркутска до Култука, 1925. Рукопись. 15 с.

Львов А.В., Власов А.И. Материалы по обследованию бывшей Кругобайкальской железной дороги. 1925–1930 гг. Рукопись. 1931. 65 с.

Львова Н.А., Толстихин Н.И., Толстихин О.Н. Александр Владимирович Львов. Москва: Наука, 1986. 142 с.

Мальшев В.М. Гипотеза решения Ангарской проблемы. Москва-Иркутск, 1935. 227 с.

Хобта А.В. Дорога длиною в век: Альбом-путеводитель по Кругобайкальской железной дороге. Иркутск: «Оттиск», 2004. 256 с.

Хобта А.В. Исследования геолога А.В. Львова на Кругобайкальской железной дороге // Геология и окружающая среда. 2023. Т. 3, № 3. С. 31–48.

Шмидт В.Р. Краткий обзор гидравлических сил Иркутской губернии // Материалы по проекту сооружения районной гидроэлектростанции на р. Иркут. Иркутск: Губсовнархоз, 1924. С. 5–13.

Ячевский Л.А. Геологические условия постройки Зыркузунского тоннеля // Геологические исследования и разведочные работы по линии Сибирской железной дороги. Санкт-Петербург: 1899. Вып. 11. С. 1–12.

## References

Gavrilov F.M. A geological sketch of the central part of the Bratsk region of the East Siberian Federal District. edges. The manuscript. 1930. 248 p.

Goravsky A.I., Dobkin M.D., Yemelyanov N.A. The South Baikal bush of industrial enterprises // Problems of capital construction in Eastern Siberia. Irkutsk, 1926.

Lvov A.V. From the geological past of the middle part of the Irkut River valley in the range from the Tunka basin to the Zyrkuzun ridge // Izvestiya VSORGO, Vol. 46. Issue 3. Irkutsk, 1924. 98 p.

Lvov A.V. A brief hydrogeological sketch of the history of the valley of the Irkut River // Materials on the construction project of a regional hydroelectric power station on the Irkut River. Irkutsk: Gubernatorial Research Institute, 1924, pp. 43–67.

Lvov A.V. A brief report on the results of geological studies in the basins of the Upper and Middle Kitoy, Irkut and Ospa rivers. The manuscript, 1928. 17 p.

Lvov A.V. A brief report on geological research in the Tunka and Kitoy Alps in 1928–1929. The manuscript. 1930. 91 p.

Lvov A.V. Report on the expedition to the rapids section of the Angara River. The manuscript of 1931. 184 p.

Lvov A.V., Vlasov A.I. General considerations on the results of the inspection of the Zabaikal railway line from Irkutsk to Kultuk, 1925. The manuscript. 15 p.

Lvov A.V., Vlasov A.I. Materials on the survey of the former Circum-Baikal railway. 1925–1930 The manuscript. 1931. 65 p.

Lvova N.A., Tolstikhin N.I., Tolstikhin O.N. Alexander Vladimirovich Lvov, Moscow: Nauka Publ., 1986. 142 p.

Malyshev V.M. The hypothesis of solving the Angara problem. Moscow-Irkutsk, 1935. 227 p.

Khobta A.V. The Century-long Road: A travel album for the Circum-Baikal Railway. Irkutsk: Ottisk Publ., 2004. 256 p.

Khobta A.V. Research by geologist A.V. Lvov on the Circum-Baikal railway // Geology and Environment. 2023. Vol. 3, No. 3. P. 31–48.

Schmidt V.R. A brief overview of the hydraulic forces of Irkutsk province // Materials on the construction project of a regional hydroelectric power station on the Irkut River. Irkutsk: Gubernatorial Research Institute, 1924, pp. 5–13.

Yachevsky L.A. Geological conditions of the construction of the Zyrkuzun tunnel // Geological research and exploration work on the Siberian Railway line. St. Petersburg: 1899. Issue 11. P. 1–12.

**Снопков Сергей Викторович,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент,  
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,  
Иркутский государственный университет,  
доцент,

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 91,

Сибирская школа геонаук Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
научный сотрудник,

email: snopkov\_serg@mail.ru.

**Snopkov Sergey Viktorovich,**

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor,

Karl Marx st., 1, Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk State University,

Associate Professor,

91 Lermontov st., Irkutsk, 664033, Russia,

Siberian School of Geosciences Irkutsk National Research Technical University,

Researcher,

email: snopkov\_serg@mail.ru.

**Хобта Александр Викторович,**

кандидат исторических наук,

664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 7, Россия;

подразделение по сохранению исторического наследия ВСЖД Восточно-Сибирского центра научно-технической информации и библиотек – структурного подразделения Восточно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

научный сотрудник,

email: irk.sasha2@yandex.ru.

**Alexander Viktorovich Khobta,**

Candidate of Historical Sciences,

Irkutsk, Karl Marx st., 7; 664003, Russia,

Division for the Preservation of the historical heritage of the Russian Railways of the East Siberian Center for Scientific and Technical Information and Libraries - a structural division of the East Siberian Railway - a branch of JSC Russian Railways,

Researcher,

email: irk.sasha2@yandex.ru.

**Швалева Нина Ивановна,**

664003, Россия, г. Иркутск, Российская ул., 17,

Иркутский филиал ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу», Россия,

ведущий специалист,

email: shvaleva.55@mail.ru.

**Shvaleva Nina Ivanovna,**

17 Rossiyskaya st., Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk branch of the Federal State Budgetary Institution "Territorial Fund of Geological Information for the Siberian Federal District",

leading specialist,

email: shvaleva.55@mail.ru.



# Полезные ископаемые

УДК 553.69 (622)

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.37>

## Вклад геологов ИГУ в изучение Ботогольского графитового месторождения (Восточные Саяны)

С.В. Снопков<sup>1,2</sup>, А.В. Хобта<sup>3</sup>, И.А. Богданова<sup>1</sup>, Н.И. Швалева<sup>4</sup><sup>1</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия<sup>2</sup>Сибирская школа геонаук Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия<sup>3</sup>Музей истории ВСЖД ОАО РЖД, г. Иркутск, Россия<sup>4</sup>Иркутский филиал ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу», г. Иркутск, Россия

**Аннотация.** История изучения Ботогольского графитового месторождения продолжается уже более века. Большой вклад в понимание генезиса и строения этого уникального месторождения внесли, в том числе, геологи Иркутского государственного университета Н.А. Флоренсов, М.М. Одинцов, В.С. Соболев и В.П. Солоненко, впоследствии ставшие всемирно известными учеными. Они работали на месторождении во время Великой Отечественной войны, когда графит являлся стратегическим сырьем и в нем остро нуждалась промышленность страны.

**Ключевые слова:** Н.А. Флоренсов, М.М. Одинцов, В.С. Соболев, В.П. Солоненко, Восточные Саяны, Ботогольский гольц, месторождение графита, открытие рудных тел, генезис и строение месторождения.

## Contribution of ISU Geologists to the Study of the Botogol Graphite Deposit (Eastern Sayans)

S.V. Snopkov<sup>1,2</sup>, A.V. Khobta<sup>3</sup>, I.A. Bogdanova<sup>1</sup>, N.I. Shvaleva<sup>4</sup><sup>1</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia<sup>2</sup>Siberian School of Geosciences Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia<sup>3</sup>Museum of the History of the East Siberian Railway, JSC Russian Railways, Irkutsk, Russia<sup>4</sup>Irkutsk branch of the Federal State Budgetary Institution "Territorial Fund of Geological Information for the Siberian Federal District", Irkutsk, Russia

**Abstract.** The history of studying the Botogol graphite deposit has been going on for more than a century. Geologists of Irkutsk State University N.A. Florensov, M.M. Odintsov, V.S. Sobolev and V.P. Solonenko, who later became world-famous scientists, made a great contribution to understanding the genesis and structure of this unique deposit. They worked at the field during the Great Patriotic War, when graphite was a strategic raw material and the country's industry was in dire need of it.

**Keywords:** N.A. Florensov, M.M. Odintsov, V.S. Sobolev, V.P. Solonenko, Eastern Sayans, Botogolsky char, graphite deposit, discovery of ore bodies, genesis and structure of the deposit.

## Введение

Ботогольское месторождение графита находится в Республике Бурятия на юго-востоке Бельского плоскогорья в центральной части Восточного Саяна в пределах вершинной зоны Ботогольского гольца, высота которого достигает 2100–2300 м. Месторождение приурочено к Ботогольскому сиенитовому массиву, который прорывает толщу нижнепротерозойских метаморфических пород (кристаллические сланцы, гнейсы, кварциты, известняки). Толща метаморфических пород смята в брахиантиклинальную складку. Интрузивный массив сложен в основном нефелиновыми сиенитами, которые по периферии сменяются пироксеновыми разновидностями. В массиве присутствуют крупные ксенолиты вмещающих пород, в основном карбонатных. На месторождении известно более 30 графитовых тел, локализованных в основном в северной части массива. Некоторые залежи графита приурочены к контакту с ксенолитами известняков (Ботогольское..., 2024).

Ботогольское графитовое месторождение было открыто в середине XIX века Жан-Пьером Алибером и почти полтора столетия на руднике шла добыча высококачественной графитовой руды. С 1857 по 1992 гг. её было добыто приблизительно 890 тыс. т (Снопков и др., 2022).

По начальным запасам месторождение относилось к категории крупных, в настоящее время балансовые запасы соответствуют мелкому месторождению — 100 тыс. т. Руды (в пересчёте на графит — 41 тыс. т, что составляет примерно 0.2 % балансовых запасов кристаллического графита РФ на начало 2020-х гг.). Богатые массивные руды месторождения в основном отработаны; оставшиеся полосчатые, пятнистые и вкрапленные руды являются легко обогатимыми и могут добываться открытым и подземным способом. По состоянию на 01.01.2022, прогнозные ресурсы по категории P1 составляют 4 млн т — штокообразные и гнездовые плотнокристаллические графитовые руды со средним содержанием графита 20 %, локализованные на флангах

месторождения, и P2 — 2 млн т (Ботогольское..., 2024).

Разработка месторождения была начата для нужд карандашного производства. Купец 1 гильдии Ж-П. Алибер поставлял графитовую руду в Германию на карандашную фабрику Фабера. Во второй половине XIX — начале XX вв. ботогольский графит использовался для нужд металлургии для производства плавильных тиглей и изготовления красок. В 30–40-е года XX века большие потребности в графите возникли в машиностроении для производства электродов, разнообразных нагревательных элементов, скользящих контактов (электрощеток), подшипников, электростатических покрытий, щелочных аккумуляторов и др. Особое стратегическое значение приобрел графит с началом работ по созданию уран-графитовых реакторов.

Несмотря на высокое качество и большие запасы руды разработку месторождения ограничивала его труднодоступность. Но без высококачественного Ботогольского графита обойтись не получалось, даже после того, как в 30-х годах XX века началась разработка графитовых месторождений в Приамурье (Союзное), на Урале (Тайгинское) и др.

В годы Великой Отечественной войны страна столкнулся с острой нехваткой графита для обеспечения функционирования стратегических отраслей промышленности. На оккупированной врагом территории — на Украине — оказалось крупнейшее предприятие по производству графита Завальевский графитовый комбинат, работающий с 1933 года на рудах одноименного месторождения, и роль Ботогольского месторождения в обеспечении промышленности резко поднялась.

Для удовлетворения потребностей в графите в тяжелейших условиях военного времени и кратчайшие сроки на Урале был построен Кыштымский графито-каолиновый комбинат, который начал выпуск серебристого графита уже в июне 1942 года. Производилось три марки продукции: карандашный, элементный и литейный графит. Для работы предприятия требовались бесперебойные поставки графитовой руды, и одним из основных источников сырья было Ботогольское месторождение. «В данное

*время ботогольский графит является основным сырьем всей нашей отечественной промышленности»* — писал Н.А. Флоренсов (Флоренсов и др., 1942).

Изменения в потребностях графита в стране хорошо иллюстрирует динамика его добычи на Ботогольском месторождении. Если в 1926–1930 гг. добывалось графитовой руды в среднем около 3 тыс. т в год, в 1931–1936 гг. — 4.8 тыс. т, а в 1937–1940 гг. уже — 5.1 тыс. т (Снопков и др., 2022).

Одной из главных проблем поставки графитовой руды с Ботогольского месторождения было приближающееся полное истощение разведанных запасов. Резко возросшая потребность в графите требовала срочно оценить перспективы эксплуатации месторождения.

Решения этой важной государственной задачи было поручено тресту Сибирского треста нерудных ископаемых «Сибгеолнеруд» Народного Комиссариата промышленности строительных материалов СССР (НКПСМ СССР). Для проведения работ в трест был командирован ряд геологов, среди которых были выпускники и преподаватели Иркутского государственного университета.

### **Геологи ИГУ, участвующие в изучении Ботогольского графитового месторождения**

Ключевую роль в этих работах сыграли геологи, жизнь которых оказалась тесно связанной с ИГУ: Николай Александрович Флоренсов, Михаил Михайлович Одинцов, Владимир Степанович Соболев и Виктор Прокопьевич Солоненко.

Известный советский геолог, доктор геолого-минералогических наук, профессор Иркутского государственного университета, член-корреспондент Академии наук СССР и основатель сибирской школы неотектоники и геоморфологии, Николай Александрович Флоренсов окончил геолого-почвенно-географический факультет ИГУ в 1936 г. С 1937 года он работал в университете в должностях от ассистента до профессора, а с 1941 по 1960 гг. возглавлял кафедру динамической геологии университета. Читал лекции по общей геологии, динамической геологии и геоморфологии. С 1941 по 1944 год он работал в тресте «Сибгеолнеруд», а с 1945 по 1947 год — главным геологом Восточно-

Сибирского геологического управления Министерства геологии СССР. С 1949 по 1952 год Флоренсов является директором Института геологии Восточной-Сибирского филиала АН СССР (с 1957 г. — Восточно-Сибирский геологический институт СО АН СССР; с 1962 г. — Институт земной коры СО АН СССР).

Будущий доктор геолого-минералогических наук, профессор и член-корреспондент Академии наук СССР Михаил Михайлович Одинцов окончил Иркутский государственный университет в 1936 году экстерном. После окончания университета он работал в геологических предприятиях и во время Великой Отечественной войны — в тресте «Сибгеолнеруд», занимаясь поиском стратегического сырья, в том числе графита. С 1945 года начинает преподавать в Иркутском государственном университете, при этом с 1945 до 1955 года он являлся заведующим кафедрой исторической геологии, а с 1949 по 1954 год — деканом геологического факультета. С 1954 до 1980 года возглавлял Институт геологии Восточной-Сибирского филиала АН СССР (в настоящее время — Институт земной коры СО РАН). В 1960–1969 годы был заместителем председателя и председателем Восточно-Сибирского филиала Сибирского отделения Академии наук СССР.

Горный инженер Владимир Степанович Соболев являлся выпускником Ленинградского горного института 1930 года. После окончания института и до начала войны он работал в Центральном научно-исследовательском геологоразведочном институте (ЦНИГРИ), и одновременно преподавал в родном ВУЗе. Научное звание кандидата геолого-минералогических наук он получил в 1937 г. без защиты диссертации, а уже в 1938 г. стал доктором наук. В 1939 г. он работает профессором ЛГИ. С началом войны был отправлен в эвакуацию в Сибирь, где в 1941–1943 гг. работал консультант Сибирского геологического управления, и одновременно преподавал в Иркутском государственном университете. В 1958–1981 годах являлся заместителем директора Института геологии и геофизики СО АН СССР и преподавал на геологическом факультете Новосибирского государственного университета. В ИГУ был заведующим кафедрой петрографии и минералогии, а в 1962–1971 годах — деканом факультета. В 1958 году избран академиком АН СССР.

Советский геолог и геофизик, доктор геолого-минералогических наук, профессор,

член-корреспондент АН СССР Виктор Прокопьевич Солоненко окончил с «отличием» геолого-почвенно-географический факультет ИГУ в 1940 году и был оставлен в аспирантуре. С 1940 по 1957 год работал в ИГУ и прошел все ступеньки педагогической карьеры — от ассистента до профессора. С 1953 по 1957 год заведовал кафедрой полезных ископаемых и геофизики университета, а в 1955 году занимал должность декана геологического факультета. С 1957 года В.П. Солоненко продолжил свою деятельность в Институте земной коры СО АН СССР.

Несмотря на то, что в научной и производственной деятельности эти ученые

занимались решением других научных проблем, изучали другие месторождения и геологические объекты, работа на Ботогольском месторождении стала важным этапом в их профессиональном становлении.

В истории геологического изучения месторождений полезных ископаемых немного таких случаев, когда несколько молодых геологов, работающих над одной геологической проблемой, впоследствии стали всемирно известными учеными: В.С. Соболев — академиком АН СССР, а Н.А. Флоренсов, М.М. Одинцов и В.П. Солоненко — членами-корреспондентами Академии наук СССР.



**Рис. 1.** Владимир Степанович Соболев (1908–1982) —верху слева, Николай Александрович Флоренсов (1909–1986) —верху справа; Михаил Михайлович Одинцов (1911–1980) —внизу слева; Виктор Прокопьевич Солоненко (1916–1988) —внизу справа (фото из свободного доступа в сети интернет).

**Fig. 1.** Vladimir Stepanovich Sobolev (1908–1982) — top left, Nikolai Alexandrovich Florensov (1909–1986) — top right; Mikhail Mikhailovich Odintsov (1911–1980) — bottom left; Viktor Prokopievich Solonenko (1916–1988) — bottom right (photos from free Internet access).



## **Состояние геологической изученности Ботогольского месторождения к началу 1940-х годов**

С середины XIX века до 20-х годов XX века, систематического целенаправленного изучения геологии Ботогольского сиенитового массива не проводилось. Поиск новых графитовых тел владельцами рудника шел путем покрытия площади шурфами и канавами.

После установления Советской власти в Сибири рудник был национализирован, и передан в ведение Горного отдела Иркутского губернского совета народного хозяйства. С 1925 по 1951 год разработкой месторождения занимался рудник «Ботогол», который последовательно относился к трестам «Русские самоцветы», «Минеральное сырье», «Минералруд», «Союзграфитнеруд», «Союзграфит», «Союзслюда», «Сибгеолнеруд» (Снопков и др., 2022).

Таким образом, ко времени создания Ботогольского рудника более или менее детальное описание геологии района отсутствовало и оставался неясен генезис графитового оруднения. Основные представления о геологии месторождения базировались на результатах обследования территории изыскателем Кругобайкальской железной дороги Леонардом Ячевским (Ячевский, 1898). По представлениям которого, графит сформировался при застывании сиенитовой магмы, насыщенной углеродом за счет углистого вещества вмещающих осадочных пород.

Н.А. Флоренсов так охарактеризовал состояние геологических познаний о месторождении на момент его национализации: *«Несмотря на известность месторождения, его труднодоступность обуславливала весьма низкую степень геологической изученности. Окружающий его район оставался по существу совершенно неисследованным.»* (Флоренсов и др., 1942).

Систематическое научное и поисково-разведочное изучение месторождения начинается с 1924 г., когда на Ботогол были командированы сотрудники Академии наук СССР В.М. Куплетский, Е.Е. Костылева и А.Н. Лобунцев. Главным результатом их работ стало минералогическое и петрографическое

описание горных пород и руд (Лобунцев, 1925). Было установлено, что среди сиенитов массива выделяется 4 разновидности (Куплетский, 1925 г.). Основную роль в образовании графита Куплетский отводил диссоциации молекул карбонатов из толщи кристаллических известняков, т. е. при нагревании карбонат металла разлагался на оксид металла (твердая фаза) и двуокись углерода (газообразная фаза); освободившийся углекислый газ восстанавливался до чистого углерода, который отлагался в виде графитовых штоков, гнезд и жил неправильной формы.

Изучение месторождения было продолжено экспедицией Института прикладной минералогии, которая работала на Ботоголе в 1927 г. под руководством Н.П. Некрасова. В ходе работ были составлены топографическая и геологическая карты северной части гольца, в небольшом объеме проведены поверхностные разведочные работы и опробование старых выработок. Вслед за Куплетским, исследователи отметили связь графитовых тел с лейкократовой разновидностью сиенитов, но вот появление графита Некрасов объяснял по-другому — выделением углерода из известняков при ассимиляции их жидкой щелочной магмой (Некрасов, 1928).

В 1929–1930 гг. работы Института прикладной минералогии были продолжены. Поисковая партия, под руководством И.И. Орешкина, была нацелена на выявление промышленных запасов графитовой руды (Орешкин, 1930).

Следующий этап исследования Ботогольского гольца связан с работами Восточно-Сибирского геологического управления (ВСГУ) в 1939–1941 гг. В этот период были проведены поисковые и съемочные работы, в небольшом объеме шурфовка и бурение, и впервые геофизические электроразведочные измерения. Однако ничего нового в понимание строения и генезиса месторождения эти работы не внесли, но был проведен пересчет запасов графитовой руды. По данным И.И. Орешкина месторождение имело богатых графитовых руд 23 тыс. т (Орешкин, 1941). С учетом того, что на месторождении ежегодно добывалось в среднем 5 тыс. тонн, а спрос на графит возрастал, имеющихся

запасов по самым оптимистическим оценкам хватало на 3-4 года.

Перспективы поисков новых графитовых залежей на вершине Ботогольского гольца оценивались как неблагоприятные. Образование графитовых тел Орешкиным трактовалось как явление случайное, связанное исключительно с диссоциацией карбонатного вещества известняковых ксенолитов (гипотеза Куплетского), а графитонность приурочена исключительно к верхней, корковой части сиенитового массива (Орешкин, 1941). Рудные тела рассматривались как всплывшие к потолку плутона гигантские пузыри графитного углерода (Флоренсов и др., 1942, с. 98). Поскольку величина, форма и расположение этих ксенолитов в пространстве не поддавалось учёту, то и точные поисковые

прогнозы обнаружения графитовых тел дать было невозможно. Геологи ВСГУ считали, что наиболее крупные тела графита уже выявлены, и единственным способом дальнейшего прироста запасов был поиск мест графитовых свалов в элювии и делювии на склоне и у подножья гольца (Орешкин, 1941).

Несмотря на то, что геологические исследования 1924–1941 гг. дали много новой информации о строении месторождения, не была решена главная задача — не были определены основные поисковые критерии графитового оруденения. Поэтому поиск новых рудных тел проводился по тому же принципу, что и все предыдущие работы — путем сплошного площадного обследования поверхности гольца шурфами, канавами и мелкими скважинами (рис. 2).



**Рис. 2.** Разведочные канавы на восточном склоне гольца (восточнее шахты Ж-П. Алибера (фото из отчета Ботогольской геологоразведочной экспедиции треста «Сибгеолнеруд» (Флоренсов и др., 1942)).

**Fig. 2.** Exploration ditches on the eastern slope of the char (east of the mine W-P. Alibera (photo from the report of the Botogol geological exploration expedition of the Sibgeolnerud Trust (Florensov et al., 1942)).

Такой метод поиска графитового оруденения являлся трудозатратным и малоэффективным. К 1941 году все крупные графитовые тела, выходящие на поверхность, были открыты и практически выработаны. Открываемые мелкие рудные тела в конце 1930-х годов не успевали за возрастающей потребностью промышленности в графите.

**Геологические исследования Ботогольского месторождения**

### **трестом «Сибгеолнеруд» в 1942–1944 годах**

Ввиду ничтожного прироста запасов работами ВСГУ и близости к исчерпанию запасов графитовых руд, вопрос о дальнейшей перспективе месторождения встал особенно остро. Для развертывания новых поисков графитового оруденения необходимо было разработать методику выявления рудных тел, исключив из неё элемент случайности.

Предшествующие работы дали много информации о месторождении:

— достаточно точно был прослежен контакт сиенитов и известняков;

— было установлено, что интрузивный массив включает несколько разновидностей сиенитов, которые не являются результатом единовременной дифференциации сиенитовой магмы, а образовались в разные этапы интрузивного процесса;

— графитовые руды в основном связаны с лейкократовой разностью сиенитов, поэтому крупные залежи графита главным образом находятся в северной части гольца, сложенного как раз этой разновидностью сиенитов;

— графитовые тела тесно связаны с ксенолитами известняков, поэтому форма залежей во многом отражает форму и размеры первичных ксенолитов.

Но при этом остались совершенно неизученными тектоника рудного поля и слабо был обоснован генезис графитовых тел. *«Трудность изучения (генезиса — Авт.) усугубляется разнообразием его руд, различным генезисом вмещающих пород, сложной морфологией графитовых тел»* (Флоренсов и др., 1943).

В 1942 г. изучение месторождения было передано тресту «Сибгеолнеруд». Для проектирования и выполнения работ были привлечены лучшие специалисты-геологи, такие как: Лев Иосифович Шаманский, Михаил Михайлович Одинцов, Николай Александрович Флоренсов, Леонид Яковлевич Нестеров, Владимир Степанович Соболев, Виктор Прокопьевич Солоненко, и др.

В разработке проекта приняли деятельное участие заведующий кафедрой разведочного дела, профессор Иркутского горно-металлургического института Лев Иосифович Шаманский и выпускник ИГУ Михаил Михайлович Одинцов. Геологи понимали, что коренной перелом в процессе открытия новых рудных тел и приросте запасов будет возможен лишь после того, когда будет понятно за счет каких процессов происходило образование оруденения, и какие существуют минеральные, петрографические, структурные, геоморфологические, петрофизические признаки присутствия графитового оруденения.

В период написания проекта Л.И. Шаманский, на основе анализа результатов предшествующих работ, высказал гипотезу о том,

что форма графитовых тел и их размещение в пространстве связаны с тектоникой сиенитового массива и первичной структурой поглощенной магмой известняков (Косыгин и др., 1942). Проверка этой гипотезы стала одной из задач проектируемых работ.

Трехлетний проект работ на Ботогольском месторождении разработанный трестом «Сибгеолнеруд», стал важным событием в истории изучения месторождения. В проекте указывалось, что неясность промышленных перспектив месторождения определяется недостаточной изученностью месторождения (особенно его структуры и генезиса).

Проектом предусматривалось выполнение следующих видов работ: изучение геологических особенностей известных рудных тел; минералогические и петрографические исследования, геологическое картирование, геофизические съемки, проходку горных выработок (шурфов и канав), бурение скважин, топографическая съемка, гидрогеологические исследования, опробование руд. Главным результатом работ должна быть обоснованная оценка экономических перспектив месторождения, определение запасов графитовых руд по высоким категориям.

Объемы проектируемых работ были распределены по значимости на разные этапы проекта:

— геологическое (структурное, петрологическое) изучение месторождения, с целью разработки методики поисков графитовых залежей, выдвигались на первый план на начальном этапе работ;

— геологическое картирование, с целью более детального изучения строения сиенитового массива и определения перспективных площадей для выявления графитовых залежей, планировалась начать с первого года реализации проекта, постепенно наращивая их объемы по мере разработки поисковых критериев; результаты этих работ должны были стать основой для проведения геофизических, горных и буровых работ;

— геофизические исследования, с целью поиска графитовых залежей, также были разбиты на этапы — в первый полевой сезон необходимо было сформировать и опробовать комплекс методов и методику их проведения, в последующие два года провести

поиски рудных тел на рекомендованных площадях по результатам геологического картирования;

— горные и буровые работы, с целью поиска и разведки графитовых залежей, на начальном этапе работ ограничивались доразведкой разрабатываемых рудных тел, а в последующие два года объемы горных и буровых работ должны были быть значительно увеличены за счет разведки новых графитовых залежей;

— опробование рудных тел, с целью оценки качества руд и изучения их обогатимости, должны были возрасти по мере увеличения объемов разведочных работ;

— топографические съемки и гидрогеологические исследования, с целью обеспечения геологоразведочных работ и разработки рудных тел, должны были проводиться в течение всех трех лет.

Для выполнения работ в феврале 1942 года сначала была создана геологоразведочная партия, которая уже в том же году была преобразована в экспедицию. Обязанности старшего геолога экспедиции были возложены на доцента ИГУ Н.А. Флоренсова, а общее руководство экспедицией — на Г.В. Иванова.

Руководство геофизическими исследованиями было поручено выдающемуся ученому-геофизику, заведующему кафедрой геофизики Ленинградского горного института Леониду Яковлевичу Нестерову, который находился в эвакуации в г. Черемхово в составе профессорско-преподавательского состава ЛГИ. В Сибири Л.Я. Нестеров — один из основателей отечественной разведочной геофизики, будущий доктор геолого-минералогических наук, профессор и директор Всесоюзного научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ) — продолжал свою учебную и научную работу. Геофизические (электроразведочные и магниторазведочные) работы на Ботоголе, под научным руководством Л.Я. Нестерова, проводили студенты старших курсов Ленинградского горного института, располагавшегося в период эвакуации с 1942 по 1944 гг. в г. Черемхово.

Летом 1943 года Флоренсов привлек к работе на Ботоголе известного ученого-геолога

Владимира Степановича Соболева и своего бывшего студента, старшего преподавателя ИГУ Виктора Прокопьевича Солоненко.

Доктор геолого-минералогических наук и профессор Ленинградского горного института В.С. Соболев находился в Иркутске также в эвакуации, преподавал в ИГУ и работал консультантом в Сибирском геологическом управлении. Будучи талантливым минералогом и петрологом, он должен был выполнить минералого-петрографические исследования по Ботоголу.

В.П. Солоненко в период с 1940–1943 гг., будучи аспирантом ИГУ, занимался разработкой методики для оценки инженерно-геологических условий сооружения военных коммуникаций, под руководством профессоров А.В. Львова и С.В. Обручева. Первые его научные разработки касались водоснабжения в условиях вечной мерзлоты. В 1943 г. он защитил кандидатскую диссертацию по теме «Военная геология в условиях вечной мерзлоты» и опубликовал результаты исследований в виде монографии (Солоненко, 1944). Так как проблема гидрогеологического изучения Ботогольского гольца стояла весьма остро, в связи с катастрофическим недостатком воды для выполнения буровых работ и функционирования рудника, знания и опыт работы молодого ученого по данному направлению оказались весьма кстати.

Работа на Ботогольском месторождении стала важным событием в профессиональной карьере В.П. Солоненко. Уже в 1944 году он назначается начальником Тематической графитовой партии треста «Сибгеолнеруд», которая занималась изучением графитовых месторождений Сибири и Дальнего Востока для нужд атомной энергетики. С 1944 по 1950 год он участвует в изучении графитовых месторождений в Нижнетунгусской, Восточно-Саянской, Уссурийской, Приморской и Хинганской графитовых провинциях, и становится соавтором открытия 20 месторождений графита. Результатом его работы в тресте «Сибгеолнеруд» — с 1943 г. геологом Ботогольской экспедиции, а с 1944 по 1950 год начальником тематической графитовой партии исследований графитовых месторождений стала монография «Геология месторождений



графита Восточной Сибири и Дальнего Востока» (Солоненко, 1951). За этот труд в 1952 г. ему была присуждена степень доктора геолого-минералогических наук в Ученом Совете МГУ.

Работа Ботогольской партии (затем экспедиции) в 1942 году шла очень тяжело (рис. 3). Остро ощущалась нехватка транспорта и рабочей силы на горных и топографических работах. Буровой парк был некомплектован и не имел ремонтной базы на месте работ.



**Рис. 3.** Буровая вышка на доразведке Алиберовского штока. Слева отвал шахта Ж-П. Алибера (Флоренсов и др., 1942).

**Fig. 3.** Drilling rig on the additional exploration of the Alibera stock. On the left is the mine dump. Alibera (Florensov et al., 1942).

Пик геологического изучения ботогольского массива и выявления графитовых залежей пришелся на 1943 год. В течение всего года работал лишь поисково-разведочный отряд, занимающийся бурением и проходкой горных выработок. Отряд, руководимый геологом И.И. Блинниковым состоял из 5 инженерно-технических работников и рабочих. Ещё 4 отряда работали сезонно: геологосъемочный (старший геолог Н.А. Флоренсов, геолог В.П. Солоненко, 3-е студентов Иркутского горно-металлургического института (ныне ИрНИТУ)); топографический (2 чел.); геофизический отряд (3-е студентов ЛГИ); гидрогеологический отряд (в середине лета был расформирован, а работы выполнялись геологическим отрядом). В 1943 году, несмотря на трудности, обусловленные режимом военного времени, экспедиция перевыполнила свой производственный план на 50 % (Флоренсов и др., 1943).

Негативным фактором, прекращавшим надолго всякую работу в поле в октябре – декабре стали сильные бури. Результатом этого стало невыполнение плана геологоразведочных работ (58 %), в первую очередь, по горным и буровым работам. При этом объемы геологической съемки, которые проводились в течение полутора месяцев, были значительно перевыполнены (Флоренсов и др., 1942, с. 5).

Начиная с 1944 г. работы экспедиции были направлены, в первую очередь, на разведку известных и вновь открытых графитовых руд. При этом геологосъемочные и поисковые работы продолжались.

### **Результаты геологических работ треста «Сибгеолнеруд»**

Детально история геологоразведочных работ трестом «Сибгеолнеруд», рассмотрена в статье «История геологического изучения Ботогольского графитового месторождения», опубликованной в 2023 году в журнале «Геология и окружающая среда» (Снопков и др., 2023).

Краткую характеристику результатам геологоразведочных работ 1942–1943 гг. дал Ю.Н. Глазов, старший геолог Ботогольской геологоразведочной экспедиции в 1950 г.

В качестве научных результатов Глазов отметил, что в ходе работ 1942 г. были выявлены неизвестные ранее структурные

особенности месторождения, подмечена связь графитовых проявлений с первичной тектоникой сиенитового массива, обнаружена локализация проявлений пострудной тектоники вблизи графитовых тел, выявлены новые разности магматических и контактовых пород, доказана возможность обнаружения новых крупных графитовых тел, установлены новые критерии поисков, разработана схема классификации руд, а также методика их обогащения. Работами 1943 года была детально исследована наиболее продуктивная северная часть рудного поля, составлена гидрогеологическая карта Ботогольского гольца, проведены детальные петрографические исследования, уточнены поисковые критерии и генезис графитовых руд месторождения. Работы 1942-1943 гг. привели к открытию 7 рудных тел (штоки «Новый», «Большой», «2-й Южный», «Юго-восточный», «2-й Юго-западный», Ильинская залежь и гнездо № 2) с общими запасами богатой руды 60 тыс. т (Глазов, 1951).

Отдельно выделим вклад сотрудников ИГУ в формирование представлений о геологии Ботогольского сиенитового массива. Отметим лишь наиболее значимые результаты:

*Вклад Н.А. Флоренсова* в разработку поисковых критериев графитового оруденения. «...Структурная сложность и разнообразие способов графитообразования определяют запутанность общей геологической обстановки месторождения и подчас неуловимость основных критериев поисков графита.» — так была охарактеризована Флоренсовым сложность стоящей задачи.

Несмотря на большие трудности проведения работ в 1942 г., задача была выполнена. На основании результатов обследования известных рудных тел и проведенных геологосъемочных работ были впервые сформулированы поисковые критерии графитового оруденения. В отчете Ботогольской экспедиции за 1942 г. Н.А. Флоренсовым представлена глава «Критерии поисков графита на Ботогольском гольце» (Флоренсов и др., 1942, с. 97–104).

В отчете Флоренсов указывает основные особенности формирования ботогольского сиенитового массива и графитовых тел. Его

представления о геологии территории, представленные в отчете, достаточно сильно отличались от мнения предшественников. Кратко его выводы сводились к следующему:

1) В эволюции Ботогольской сиенитовой интрузии выделяется 6 фаз: I – темноцветные безнефелиновые сиениты; II – пироксеновые сиениты, содержащие нефелин в умеренном количестве, но богатые железом и магнием; III – лейкократовые сиениты с биотитом, конкритом и содалитом; IV – нефелин-полевошпатовые пегматиты, бедные цветными минералами; V – поливошпатовые жилы, лишенные цветных минералов; VI – кальцитовые жилы.

Развитие ботогольской интрузии проходило через магматическую (жидкую), пегматитовую и постмагматическую (гидротермальную) стадию. Первые порции магмы имели высокую кислотность, которая препятствовала образованию нефелина. В процессе дальнейшего формирования интрузии происходило прогрессивное обеднение новых порций магмы железом и магнием и, следовательно, окрашенными минералами. При этом сама магма прогрессивно обогащалась щелочами, за счет ассимиляции карбонатов. В результате этих процессов содержание нефелина в новых порциях магмы непрерывно увеличивалось до фазы V включительно. В магме шло накопление натрия при растущем дефиците кремнекислоты и расходовании калия на образование микроклина — составной части сиенитов.

Поднятию магмы в ядро Ботогольской антиклинали благоприятствовали структурные условия кровли плутона — вертикальная либо круто наклонная сланцеватость известняков.

Последовательное образование различных типов сиенитов с изменением их состава — это длительный и прерывистый процесс дифференциации магмы, осложненный привнесением больших количеств кальция в результате ассимиляции магмой известняков (Флоренсов и др., 1942, с. 61–63).

2) В тектонике территории также выделяется несколько фаз (рис. 4) (Флоренсов и др., 1942, с. 65–86):

фаза А — геосинклинальное развитие территории Восточного Саяна в протерозое;

фаза Б — палеозойский этап деформации протерозойских складок ботогольской толщи и внедрение в них первых порций магматических масс; сжатие имело юго-западное, частично субмеридиональное направление, которое обусловило наклон ботогольской антиклинали и форму сиенитового тела;

фаза В — сжатие привело к созданию новых складчатых структур северо-восточного простирания и внедрению новых порций магмы; магматический расплав внедрялся

как по древнему северо-западному направлению, так и более позднему — северо-восточному;

фаза Г — пострудный, «разломный» этап, который создал густую сеть разломов в ходе растрескивания затвердевшей коры сиенитового тела; этот этап имел несколько подфаз, причем если первые деформации отвердевшего плутона приводили к образованию пегматитовых и полевошпатовых жил, то позднейшие отличались полной «сухостью», т. е. отсутствием магматических проявлений.

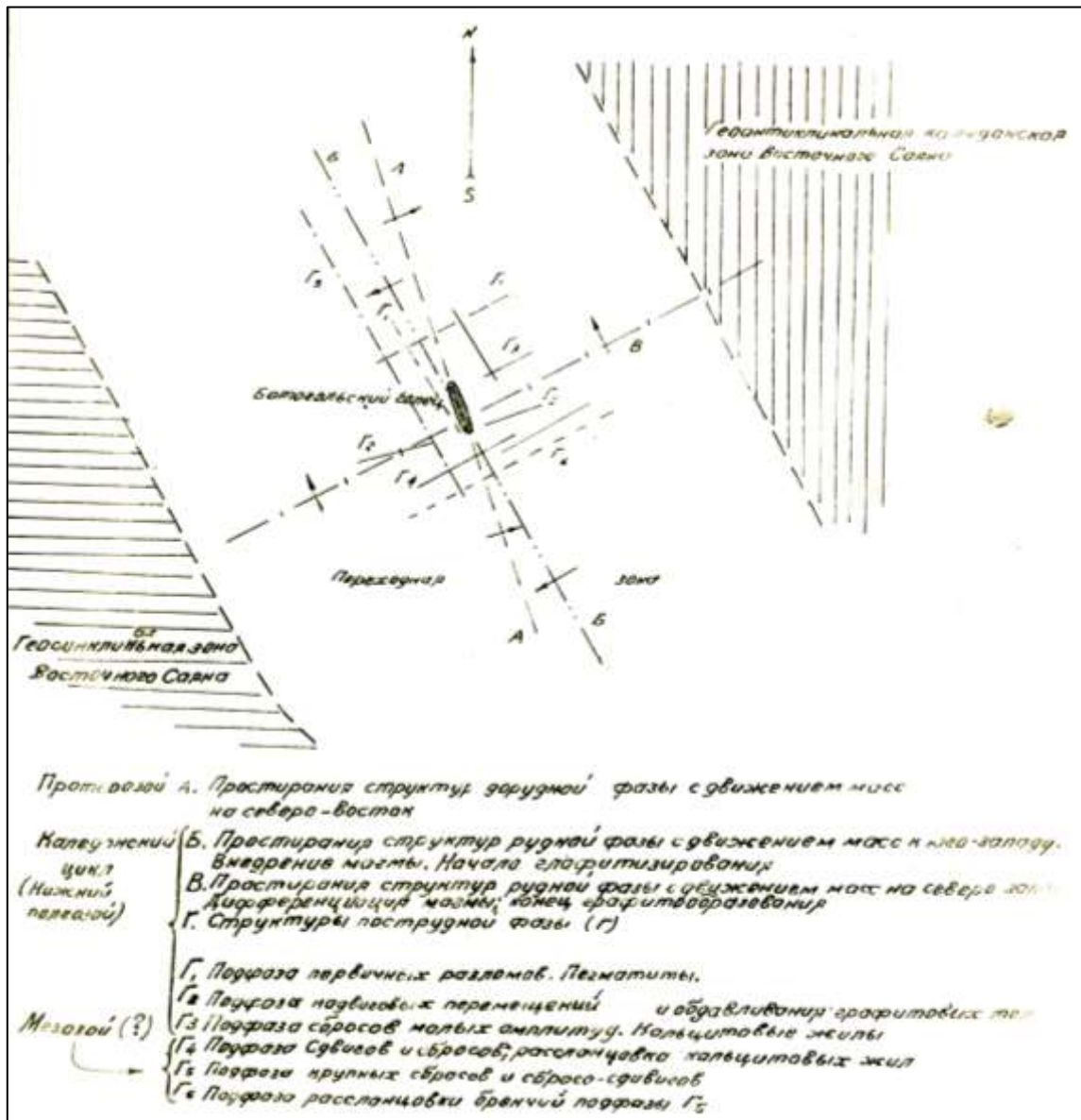


Рис. 4. Принципиальная тектоническая схема района Ботогольского гольца (Флоренсов и др., 1942).

Fig. 4. Principal tectonic scheme of the Botogolsky Goltz area (Florensov et al., 1942).

Залежи графита образовались до растрескивания коры плутона, однако последующее

распределение трещин в массиве было связано с залежами графита. В виду особых

физико-механических свойств, графитовые залежи как бы «всасывали» в себя значительную часть энергии разломов. Все крупные графитовые тела на месторождении имеют резкие дислокации по своей периферии, которые проявляются в сгущении трещин, рассланцевании сиенитов, превращения сиенита и графита в брекчии, полной милонитизации отдельных участков сиенитовой «оболочки», образовании надвигов и сбросов.

Таким образом, Флоренсов выявил важную особенность строения месторождения — пострудная тектоника связана с расположением графитовых тел. А значит поисковым признаком может быть не только домагматическая рудоконтролирующая тектоника, но и постмагматическая, которая частично разрушала первоначальные залежи графита.

3) Процесс графитообразования также был многостадийным. Сиенитовый расплав выделил часть графита ещё в жидкую фазу своего существования, а затем происходило отложение графита благодаря гидротермальным и пневмотолическим процессам, поэтому графитовые тела встречаются в разных породах и на разных гипсометрических уровнях (т. е. господствующая ранее гипотеза тонкой графитоносной коры в кровле сиенитового массива не нашла подтверждения.)

Повышенная графитоносность ботогольских сиенитов в целом связана с их повышенной щелочностью, которая в свою очередь определялась с длительностью взаимодействия первичной кислой магмы с карбонатной оболочкой. Известняки взаимодействуя с щелочным расплавом подвергались диссоциации с выделением чистого углерода. Структура вмещающих известняков и тектоника сиенитовой интрузии определяли характер как магматических, так и постмагматических процессов (т. е. гипотеза Л.Я. Шаманского полностью подтвердилась).

Далее Флоренсов формулирует основные поисковые критерии для дальнейшего обнаружения графитовых руд на Ботогольском гольце. Все предложенные поисковые признаки можно разделить на три типа: петрографические, тектонические и геофизические.

К признакам петрографического порядка относились:

- Связь графитовых тел с известняками. Это единственный признак, с которым были согласны были все исследователи. Поиск рудных тел необходимо сосредоточить в зоне контактов с максимальным захватом площади сиенитов. Установлено, что оси графитовых тел, как правило, располагаются параллельно линии контакта, если текстуры течения в сиенитах ей также параллельны.

- Наиболее крупные графитовые тела на площади приурочены к резким изгибам линий течения в сиенитах — магматических струй. Возможно, при «омывании» известняков магмой их взаимодействие шло более интенсивно, чем в случае, когда магматические струи упирались в плохо проницаемые известняки (т. е. перпендикулярно их сланцеватости).

- В северной части гольца (области развития лейкократовых сиенитов) надежным признаком является присутствие в сиенитах канкринита, содалита, видимого кальцита, мусковита и цеолитов.

- В центральной и южной части гольца поисковым признаком является присутствие мелкозернистых и аплитовидных, пропитанных полевым шпатом полосчатых пород эндоконтактового типа, а также пород, богатых волластонитом, кальцитом, и пироксеном. Отмечено, что эти породы встречаются в оторочке графитовых тел, причем волластонит иногда находится в прямом срастании с графитом.

- В области развития пироксеновых сиенитов поисковым критерием являются зеленые массивные эпидото-диопсидовые породы. Часто в непосредственном контакте с графитовой массой встречаются нефелиново-пироксеновые роговикового облика горные породы (рис. 5).

- Косвенным признаком графитовых тел могут служить пегматитовые, полевошпатовые и кальцитовые жилы. Пегматитовые жилы на поздних стадиях постмагматической деятельности заполняли тектонические трещины или формировались по графитовым телам, вызывая разубоживание отложений графита и превращая богатые



руды в бедные. Отмечено, что в соседстве с графитовыми телами встречаются крупные

кальцитовые жилы, полосчатого строения и северо-западного простирания.



**Рис. 5.** Пример рудной залежи на контакте известняков и пироксеновых сиенитов: а – эпидото-диопсидовая порода, б – графит, в кристаллический известняк (Флоренсов и др., 1942).

**Fig. 5.** An example of an ore deposit at the contact of limestones and pyroxene syenites: a – epidoto-diopside rock, b – graphite, c - crystalline limestone (Florensov et al., 1942).

К признакам тектонического характера относились структурные особенности сиенитового массива, и, в первую очередь, характер пострудной тектоники, унаследовавшей основные направления от дорудной и зависящий от расположения графитовых тел. Пострудная тектоника (фаза Г) представляет собой многоэтапное наложение друг на друга дислокаций различного характера и простирания. Графитовые тела явились зонами, по которым более активно шла «разрядка тектонической энергии» — «сиенитовый массив как бы полопался по определенным линиям, по пути нанизывавшим на себя наиболее крупные графитовые массы». С пострудной тектоникой связаны следующие критерии:

- Густота, разнообразие и сближенность трещин служат косвенным указанием

на близость графитового тела. Особенно интересны плитчатые и пластинчатые отдельности, а также с выпукло-вогнутыми поверхностями, часто покрытые пленками графита. Сближенные трещины и расщелины сиенитов указывают на непосредственную близость графитового тела, так как эти явления возникают преимущественно в оболочке последнего.

- Особый интерес представляют трещины с притертыми поверхностями, зеркалами и бороздами скольжения, часто сферически изогнутые и напоминающие поверхности гигантских раковин. Поиски следует вести в крест простирания подобных трещин, так как последние часто «оконтуривают» графитовые тела (рис. 6).



**Рис. 6.** Зеркало сброса с ясно выраженными бороздами скольжения в восточной стенке Южного карьера (Флоренсов и др., 1942).

**Fig. 6.** A discharge mirror with clearly defined sliding grooves in the eastern wall of the Southern Quarry (Florensov et al., 1942).

• Важным и надежным признаком является обнаружение какиритов (рыхлых сильно катаклазированных брекчий, в которых обломки еще не смещены, а многочисленные мелкие трещины характеризуется беспорядочным расположением), брекчий трения и

милонитов. Эти разнообразные тектониты во всех случаях залегают непосредственно в краевых зонах графитовых залежей. Брекчии в поверхностной зоне напоминают дресву или щебень, но всегда рассланцованы в двух или трех направлениях (рис. 7).



**Рис. 7.** Структурный эскиз Клемишевского штока с выделенной зоной брекчий (масштаб 1: 500) (Флоренсов и др., 1942).

**Fig. 7.** A structural sketch of the Klemish stock with a dedicated breccia zone (scale 1: 500) (Florensov et al., 1942).

Геофизические признаки. Флоренсов отмечал, что геофизические аномалии, являются «поисковыми критериями весьма высокой значимости» (Флоренсов и др. 1942, с. 104). Признаком графитового оруденения являлись аномалии пониженных значений удельного электрического сопротивления, получаемые с помощью электропрофилеирования и связанные с высокой проводимостью графита.

Кроме поисковых критериев, Н.А. Флоренсовым были предложены принципы оценки размеров изучаемых графитовых тел. Он писал: «Так как поверхностный контур графитового тела в каждом отдельном случае есть функция глубины эрозионного среза и размеров самого тела, то судить об истинном объеме данной залежи можно лишь после всестороннего изучения её конкретной геологической обстановки. ... малый поверхностный контур ещё не указывает на малые размеры самой залежи. В этом лучше всего убеждает факт вскрытия Нового штока на месте небольшого гнезда в старой канаве. ... любая небольшая в своем наружном контуре вскрытая залежь или гнездо может на самом деле оказаться крупным графитовым телом» (Флоренсов и др., 1942, с. 103).

Проведенное изучение известных залежей позволило прийти к выводу, что форма графитовых тел часто напоминает громадную каплю с круто наклоненной длинной осью и грушевидно оттянутой расширенной донной частью. По мнению Флоренсова прогноз о размерах рудного тела должен основываться на:

- 1) положении контактов известняков и сиенитов;
- 2) мощности пояса брекчий (чем больше зона брекчирования, тем больше рудное тело; отсутствие брекчий указывает на малые размеры графитового тела);
- 3) наличие сбросов с зеркалами скольжения, которые как бы «обтекают» графитовое тело;
- 4) положение расщелин графитовой массы, возникшей в результате постмагматических тектонических процессов (по простиранию и падению плоскостей расщелин можно судить о том, где находился центр залежи).

5) характерная трещиноватость свода, кальцитовые и пегматитовые жилы, указывают на присутствие слепых (не выходящих на поверхность) рудных тел на небольшой глубине.

В конце описания поисковых критериев Флоренсов дает рекомендации по организации дальнейших поисков графитового оруденения:

- Поиски будут иметь наибольший эффект в случае комбинации признаков, как петрографических, так и структурных (например, брекчии и аплитовидные контактовые породы).

- Максимальное сгущение и крупные размеры графитовых тел вероятно находятся на северо-восточном склоне гольца — под висячим крылом ботогольской антиклинали, где взаимодействие магмы с известняками протекало наиболее интенсивно.

- Но ни в коем случае не следует ограничивать поиски только северной частью гольца (т. е. областью распространения лейкократовых сиенитов), поскольку усиленный привнос газовых эмонаций имел место во всех разностях сиенитов в течение долгого времени.

- Для повышения эффективности геофизики необходимо увеличить плотность поисковой сети (применялась сеть — 30 x 10 м), необходимой для улавливания небольших графитовых тел, не менее чем 10 x 10 м. Флоренсов указывал, что с применением детальной сети в течение полевого сезона может быть обследована весьма малая площадь. Первоочередные геофизические поиски следует сосредоточить в зоне контактов известняков и сиенитов, по простиранию линий разломов.

Важным результатом работ 1942 года стало выделение на геологической карте масштаба 1: 1000 зоны повышенной графитизации, простирающейся на СЗ. Повышенная графитизация определялась по совокупности признаков: линии простирания господствующих сбросов, текстуры течения в сиенитах, расположение точек графитовых свалов и известных графитовых тел. Эта карта служила основой для проведения поисковых работ, начиная с 1943 года.

Поисковые критерии, предложенные Флоренсовым, были уточнены в ходе проведения работ 1943 года, а затем в течение почти десятилетия применялись геологами треста «Сибгеолнеруд» для поиска и изучения графитовых залежей.

**Вклад В.С. Соболева** в изучение петрографии и минералогии пород и руд Ботогольского месторождения. В 1943 году Соболевым была проведена петрографическая обработка всей собранной коллекции образцов горных пород и руд. *«В обработку были включены как шлифы щелочных пород Ботогольской интрузии и известковых контактово-метасоматических пород с нею связанных, так и другие породы, залегающие по соседству с интрузией, из зажатых в ней ксенолитов, ... но главное внимание уделено, конечно, самим щелочным породам и скарнам.»* — из отчета Ботогольской экспедиции 1943 г.

Написанная им глава «Петрография Ботогольского щелочного массива» в отчете о геологоразведочных работах, проведенных в 1943 году, по своему объему значительно превосходит рамки обычных глав производственных отчетов и, по существу, имеет самостоятельное значение. В отчете общим объемом 575 страниц глава «Петрография...» занимает 126 с., то есть пятую часть всего текста. Глава состоит из двух разделов: «Петрографическое описание пород» и «Общие вопросы петрологии Ботогольской интрузии» (Флоренсов и др., 1943, с. 198–324).

Вторая часть главы посвящена теоретическим вопросам, на решение которых была нацелена обработка Ботогольской коллекции: о глубинности залегания интрузии, о первичном кальците, о генезисе графита, об особенностях ботогольских щелочных пород.

Вопрос глубины застывания интрузии, по мнению В.С. Соболева, имел важнейшее значение для понимания процессов минералообразования как в изверженных породах, так и контактовом ореоле. Для оценки глубины застывания пород, он воспользовался Д.С. Коржинского, основанным на том, что для пород, застывших на разной глубине характерны разные парагенезисы минералов. Широкое распространение волластонита

свидетельствует о том, что Ботогольская интрузия застывала на глубине меньшей, чем другие интрузии Восточной Сибири, но на значительно большей глубине чем многие щелочные комплексы на Кольском полуострове, в Горной Шории, на Алдане и др.

Вопрос о первичном кальците являлся одним из самых дискуссионных в период научного изучения Ботогольского плутона. В разные периоды, разными авторами предлагались различные варианты образования кальцита в сиенитах. В.С. Соболев, проанализировав имеющиеся данные, пришел к выводу, что кальцит в нефелиновых и щелочных сиенитах Ботогольского массива не являлся составной частью, выделившейся из магмы в процессе её кристаллизации, ксеногенным минералом, захваченным из известняков магмой, но не успевшим с ней прореагировать. Это объясняет широко распространенную на Ботоголе округлую, вероятно оплавленную форму кальцита. На основании этого заключения, он сформулировал один из поисковых признаков – вблизи ксенолитов известняков должно иметь место обогащение сиенитов кальцитом (Флоренсов и др., 1943, с. 289–293).

Другим важным выводом петрологических исследований стало выявление связи процессов графитообразования с толщами битуминозных известняков. Кроме того, он указал на перспективность поиска новых месторождений графита в пределах Восточных Саян, так битуминозные толщи имеют региональное распространение. Полученные им данные дали новое понимание генезиса графитового оруденения.

**Вклад В.П. Солоненко** в изучение гидрогеологии и гидрологии территории, где расположено Ботогольское графитовое месторождение. Так же, как и глава о петрографии, «Гидрогеология Ботогольского гольца», написанная Солоненко и включающая 101 страницу, имеет большой объем и самостоятельное значение.

Запланированные на лето 1943 года гидрогеологические исследования имели конечную цель: обеспечение водой рудничные поселки и проектируемой обогатительной фабрики. Эта проблема стояла остро весь период



существования рудника, начиная с Алибера. В 1942–1943 гг. недостаток воды являлся ограничительным фактором для бурения скважин.

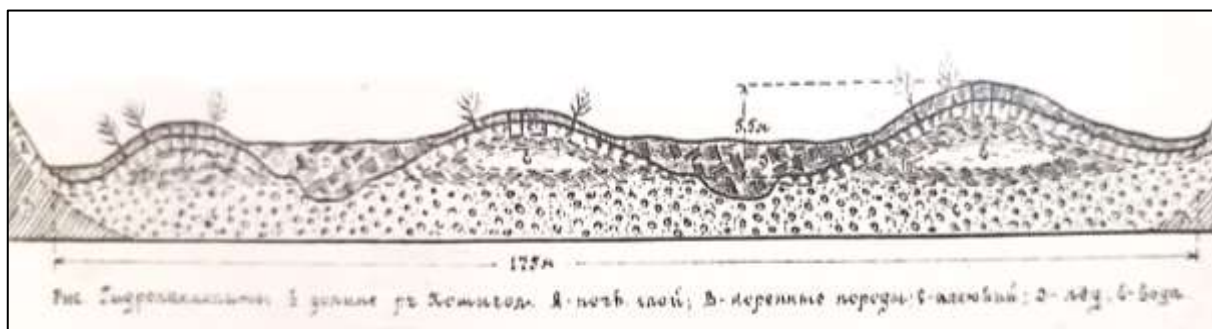
Сначала эти исследования были поручены студентке Ленинградского горного института, которая по ряду причин не смогла выполнить запланированные работы, и в середине лета изучение гидрогеологии района были поручены В.П. Солоненко. По результатам исследований была составлена гидрогеологическая карта масштаба 1 : 25 000 — первая гидрогеологическая карта района.

В рамках этих работ Солоненко провел изучение вечной мерзлоты, которая на Ботогольском гольце имеет сплошное распространение. Детально изучил мощность и скорость разрушения грунтов деятельного слоя. Исследователь отметил важную особенность мерзлых грунтов: *«Проникновение тепловой волны в зону вечной мерзлоты и установление термического равновесия для разных типов горных пород зависит не столько от глубины залегания их от поверхности, сколько от их теплопроводности (например, графитизированный сиенит на глубине 5 м, графит — на глубине 11–12 м) ... установление термического равновесия в графите ...*

*происходит на два с лишним месяца раньше, чем в сиените и кристаллическом известняке ... Графит способствует более быстрому и более глубокому проникновению тепловой волны в массив Ботогольского гольца»* (Флоренсов и др., 1943, с. 481).

Кроме того, была изучена водоносность горных пород гольца. Все горные породы были разделены на 5 групп: элювиально-делювиальные отложения, аллювиальные отложения, кристаллические магматические породы, кристаллические известняки, кварциты и кварц-биотитовые сланцы. Было подробно рассмотрено их влияние на гидрогеологический режим территории.

При изучении наледей на водотоках, Солоненко пришел к выводу о том, что в образовании последних принимают участие как поверхностные, так и подземные воды. О роли подземных вод *«можно судить по высокой насыщенности наледной воды карбонатами. При таянии наледного льда образуются обильные известковые налеты...»*. Типичной чертой района является широкое распространение подземных наледей, которые создают характерные бугры пучения, иногда достигающие высоты 3 м и диаметра — 30–40 м (рис. 8).



**Рис. 8.** Бугры пучения (Флоренсов и др., 1943, с. 509).

**Fig. 8.** Heaving mounds (Florensov et al., 1943, p. 509).

Для решения задачи водообеспечения рудника, были детально изучены все виды водосточников: поверхностные текучие воды, озера, подземные (надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные) воды. Он обратил внимание, что воды Ботогольского гольца имеют сравнительно высокую минерализацию (213–482 мг/литр) и слабощелочной характер. Обычно надмерзлотные воды являются нейтральными, либо слабокислыми. Эту особенность вод Солоненко объяснял

тем, что в формировании поверхностных вод принимают участие не только надмерзлотные, но и трещино-карстовые и подмерзлотные воды.

В результате проведенных исследований, были сделаны неутешительные выводы, касающиеся перспектив водообеспечения рудника:

1) многолетняя мерзлота на исследуемой площади имеет сплошное распространение, большую мощность и низкую температуру,

вследствие чего поверхностные и подземные воды имеют четко выраженный сезонный характер;

2) главной причиной, препятствующей проникновению воды на глубину и формированию её залежей, является низкая температура и мерзлота. Так как разломы в верхней части сиенитового массива имеют ограниченное распространение на глубину, то и проникновение надмерзлотных вод происходит в незначительных объемах;

3) для водоснабжения верхнего поселка на Ботоголе используются непромерзающие надмерзлотные воды, запасы которых ограничены, но при проведении определенных мероприятий по очистке и утеплению колодцев можно будет обеспечить дополнительный объем воды. Для водоснабжения верхнего поселка летом можно использовать надмерзлотные воды, а зимой качать воду из шахты Алибера, которую также необходимо очистить и обустроить;

4) трещинно-карстовые воды по своему характеру являются сезонными и непригодными для водоснабжения. Также невозможно наладить постоянное водоснабжение и за счет поверхностных вод, которые тоже являются сезонными;

5) наиболее перспективными водоисточниками района являются выходы подземных вод, которые расположены на реках Ботогол и Хошигол в нескольких километрах ниже поселка;

6) В.П. Солоненко также высказал свое мнение по поводу идеи сооружения искусственных водохранилищ в окрестностях Ботогольского гольца: это «... кажется нам практически неосуществимым по целому ряду причин, главные из которых: 1) общие трудности сооружения платины в условиях вечной мерзлоты, 2) большая ширина долин; 3) большой твердый расход водотоков (перенос обломочного материала — Авт.)»;

7) в качестве варианта водоснабжения проектируемой обогатительной фабрики, Солоненко предложил расположить последнюю на озере в верховьях реки Улзыта в 15 км южнее Ботогольского гольца. Озеро имеет площадь около 100 га и глубину до 30 м.

*Вклад Н.А. Флоренсова и В.С. Соболева* в изучение генезиса графитового оруденения. Новые данные о строении месторождения, полученные Флоренсовым в 1942–1943 гг., были дополнены детальным петрологическим анализом пород и руд, проведенным В.С. Соболевым. При анализе материалов, Соболев впервые обратил внимание на то, что графитизация различных пород Восточного Саяна имеет региональное распространение, и связал этот процесс с высоким восстановительным потенциалом древних битуминозных толщ этой территории.

Вся совокупность информации о геологическом строении позволила предложить новую гипотезу происхождения графитовых залежей на Ботоголе (Флоренсов и др., 1943). Процесс графитообразования, по мнению Флоренсова и Соболева, протекал в следующей последовательности:

- Внедрение сиенитовой магмы сопровождалось ассимиляцией вмещающих карбонатных пород и высвобождением больших масс углекислоты, в первую очередь, за счет битуминозности известняков. Так как интрузивный массив застывал на значительной глубине, то высокое давление и восстановительная среда содействовали образованию чистого углерода за счет восстановления  $\text{CO}_2$  ( $2\text{CO}(\text{газ}) = \text{CO}_2(\text{газ}) + \text{C}(\text{тв.})$ ).

- Отложение графита началась ещё в жидкую магматическую фазу при сравнительно высокой температуре. Источником графитового углерода первой генерации являлась углеводородная примесь в известняке, которая на этой стадии в основном была растворена в щелочной магме.

- В постмагматическую высокотемпературную стадию по разломам началось проникновение горячих водных растворов, содержащих большое количество  $\text{CO}$ , что привело к графитизации различных пород вблизи этих тектонических структур. Замещение графитом второй генерации первоначальной породы (сиенита, известняка) во многих случаях носило избирательный характер, и приводило к образованию полосчатых и пятнистых руд, насыщенных силикатами. Пятнистые руды представлены генетическим рядом: вкрапленные при увеличении

насыщения графитом переходили в «пропитанные», а те в свою очередь — в сплошные.

- Основная масса графитовых руд сформировалась в низкотемпературную постмагматическую стадию. Графит отлагался из углерода, растворенного в горячих растворах, имевших температуру порядка 450–500 °С. Процесс третьей генерации руд проходил прерывисто, с образованием графита с аморфной и волокнистой структурой. Графит отлагался в виде гнезд неправильной, жильной, каплевидной, шарообразной или яйцевидной формы, как во вмещающих породах, так и в плотнокристаллическом графите предыдущих генераций. К этой стадии относится образование самого чистого и мягкого древовидного графита.

В последующие годы основные положения предложенной гипотезы были подтверждены новыми методами исследований, в том числе изучением изотопного состава углерода ботогольского графита и битумов в известняках.

### Заключение

Таким образом, геологоразведочная экспедиция треста «Сибгеолнеруд» в 1942–1943 гг., в сложнейших условиях войны, смогла решить возложенную на неё государством задачу обеспечения работы графитового рудника «Ботогол» и поставку стратегического сырья — качественной графитовой руды — для нужд советской промышленности.

Если до начала войны рудник добывал в среднем 4 тыс. т руды, то в 1942 г. было добыто уже 8 тыс. т, и в 1943–1945 гг. — 12 тыс. т. То есть более 25 тыс. т графитовой руды превосходного качества было отправлено на Кыштымский комбинат за годы войны (а в 1941 году запасы месторождения считались исчерпанными). За 1943–1944 гг. было открыто графитовых тел больше, чем за всю историю изучения месторождения.

Это стало возможным благодаря проведенному в 1942–1943 гг. комплексному изучению месторождения. И большую роль в этом сыграли преподаватели Иркутского государственного университета Н.А. Флоренсов, В.С. Соболев, М.М. Одинцов и В.П. Солоненко, а также их коллеги профессор Иркутского Горно-металлургического

института Л.И. Шаманский и доцент Ленинградского горного института Л.Я. Нестеров.

В ходе этих исследований были решены принципиальные вопросы методики поисков и разведки месторождения, условий его эксплуатации и обогащения руд. Итоги работ позволили не только выяснить геологический состав, структуру и генезис месторождения, но и опровергнуть ранее существовавшее мнение об исчерпанности ресурсов месторождения.

Результаты исследований на Ботоголе стали началом более широкого изучения графитоносности Сибири и Дальнего Востока. В течении нескольких последующих лет геологами Иркутского университета было подготовлено несколько аналитических работ по графитовой тематике (Флоренсов, 1947; Солоненко и др., 1947; Солоненко, 1951).

### Литература

Ботогольское месторождение. Опубликовано 29.02.2024 // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/botogol-skoe-mestorozhdenie-649ef0?ysclid=m4gn34s6py709340117> (Дата обращения: 01.12.2024).

Глазов Ю.Н. Ботогольское месторождение графита в Окинском аймаке БМАССР. Отчет о геологоразведочных работах в 1950 г. Т. 3. Иркутск, 1951.

Косыгин И.П., Одинцов М.М., Шаманский Л.И. Проект геологоразведочных работ на Ботогольском месторождении графита в 1942 г. Рукопись.

Куплетский Б.М. Петрографический очерк Алиберовского месторождения графита. // Материалы к изучению Русского графита. Сборник статей. Ленинград, 1925. С. 55–56.

Лабунцов А.Н. Описание Алиберовского графитового рудника // Материалы к изучению Русского графита. Сборник статей. Ленинград, 1925. С. 39.

Некрасов Б.Н. Алиберовское месторождение графита // Минеральное сырье, № 3, 1928.

Орешкин И.И. Ботогольское месторождение графита. Предварительное сообщение о разведочных работах Института прикладной минералогии в 1929 и 1930 гг. // Минеральное сырье, № 8-9, 1930. С. 795–813.

Орешкин И.И. Полный отчет о работах Бото-гольской геологоразведочной экспедиции за 1941 г. Рукопись.

Снопков С.В., Хобта А.В. Ботогольский гра-фит. Удивительная история уникального место-рождения. Иркутск: «Оттиск», 2022. 214 с.

Снопков С.В., Хобта А.В., Богданова И.А. Ис-тория геологического изучения Ботогольского графитового месторождения // Геология и окру-жающая среда. 2023. Т. 3, № 3. С. 49–76.

Солоненко В.П. Военная геология в условиях вечной мерзлоты: учебное пособие для военно-инженерных академий и военно-инженерных школ. Москва: Изд-во Военно-инженерной акаде-мии им. В.В. Куйбышева, 1944. 290 с.

Солоненко В.П. Геология месторождений гра-фита Восточной Сибири и Дальнего Востока. Москва: Госгеолиздат, 1951. 384 с.

Солоненко В.П., Соболев В.С., Славин Т.П., Флоренсов Н.А. Ботогольское месторождение графита и перспективы его использования // Ма-териалы по геологии и полезным ископаемым Окинского аймака БМАССР. Вып. 1. Иркутск, 1947.

Флоренсов Н.А. Месторождения графита в Восточной Сибири. Рукопись. Иркутск, 1947. 33 с.

Флоренсов Н.А., Осташкин И.П. Отчет Бото-гольской геологоразведочной экспедиции за 1942 г. Рукопись.

Флоренсов Н.А., Соболев В.С., Блишников И.И., Солоненко В.П. Ботогольское место-рождение графита. Отчет за 1943 г. (НКПСМ. Во-сточнo-Сибирский геологоразведочный трест не-рудных ископаемых «Сибгеолнеруд»). Геолого-разведочная экспедиция № 2. Иркутск, 1943. Рукопись.

Ячевский Л. Об Алиберовском месторожде-нии графита // Зап. СПб. Минер. О-ва, ч. XXXV, 1898 г. С. 34.

## References

Botogolskoye field. Published on 02/29/2024 // The Great Russian Encyclopedia. URL: <https://bigenc.ru/c/botogol-skoe-mestorozhdenie-649ef0?ysclid=m4gn34s6py709340117> (Accessed: 12/01/2024).

Glazov Yu.N. Botogol graphite deposit in the Okinsky aimag of the BMASSR. Report on geologi- cal exploration in 1950, vol. 3. Irkutsk, 1951.

Kosygin I.P., Odintsov M.M., Shamansky L.I. Project of geological exploration at the Botogol graphite deposit in 1942. Manuscript.

Kupletsky B.M. Petrographic sketch of the Ali-berov graphite deposit. // Materials for the study of Russian graphite. Collection of articles. Leningrad, 1925. P. 55-56.

Labuntsov A.N. Description of the Aliberovsky graphite mine // Materials for the study of Russian graphite. Collection of articles. Leningrad, 1925. p. 39.

Nekrasov B.N. Aliberovskoye graphite deposit // Mineral raw materials, No. 3, 1928.

Oreshkin I.I. Botogolskoye graphite deposit. Pre- liminary report on the exploration work of the Insti- tute of Applied Mineralogy in 1929 and 1930. // Min- eral raw materials, No. 8-9, 1930. pp. 795–813.

Oreshkin I.I. Full report on the work of the Boto- gol geological exploration expedition in 1941. The manuscript.

Snopkov S.V., Hobta A.V. Botogol graphite. The amazing history of a unique deposit. Irkutsk: "Im- pression", 2022. 214 p.

Snopkov S.V., Khobta A.V., Bogdanova I.A. The history of the geological study of the Botogol graph- ite deposit // Geology and the environment. 2023. Vol. 3, No. 3. P. 49–76.

Solonenko V.P. Military geology in permafrost conditions: a textbook for military engineering acad- emies and military engineering schools. Moscow: Publishing House of the Military Engineering Acad- emy named after V.V. Kuibyshev, 1944. 290 p.

Solonenko V.P. Geology of graphite deposits in Eastern Siberia and the Far East. Moscow: Gosgeolizdat, 1951. 384 p.

Solonenko V.P., Sobolev V.S., Slavin T.P., Florensov N.A. Botogolskoye graphite deposit and prospects for its use // Materials on geology and min- erals of the Okinsky aimag BMASSR. Issue 1. Ir- kutsk, 1947.

Florensov N.A. Graphite deposits in Eastern Sibe- ria. The manuscript. Irkutsk, 1947. 33 p.

Florensov N.A., Ostashkin I.P. Report of the Bo- togol geological exploration expedition for 1942. Manuscript.

Florensov N.A., Sobolev V.S., Blinnikov I.I., Solonenko V.P. Botogolskoye graphite deposit. The report for 1943 (NKPSM. East Siberian Geological exploration Trust for non-metallic minerals



"Sibgeolnerud". Exploration expedition No. 2. Irkutsk, 1943. The manuscript.

**Снопков Сергей Викторович,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент,  
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,  
Иркутский государственный университет,  
доцент,

664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 91,  
Сибирская школа геонаук Иркутский националь-  
ный исследовательский технический универси-  
тет,

научный сотрудник,

email: snopkov\_serg@mail.ru.

**Snopkov Sergey Viktorovich,**

Candidate of Geological and Mineralogical Sci-  
ences, Associate Professor,

Karl Marx str., 1, Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk State University,

Associate Professor,

91 Lermontov st., Irkutsk, 664033, Russia,

Siberian School of Geosciences Irkutsk National Re-  
search Technical University,

Researcher,

email: snopkov\_serg@mail.ru.

**Хобта Александр Викторович,**

кандидат исторических наук,

664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 7, Россия;

подразделение по сохранению исторического  
наследия ВСЖД Восточно-Сибирского центра  
научно-технической информации и библиотек –  
структурного подразделения Восточно-Сибир-  
ской железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

научный сотрудник,

email: irk.sasha2@yandex.ru.

**Khobta Alexander Viktorovich,**

Candidate of Historical Sciences,

Irkutsk, Karl Marx st., 7; 664003, Russia,

Yachevsky L. About the Aliberovsky graphite de-  
posit // Zap. SPB. Miner. O-va, part XXXV, 1898, p.  
34.

Division for the Preservation of the historical herit-  
age of the Russian Railways of the East Siberian Cen-  
ter for Scientific and Technical Information and Li-  
braries - a structural division of the East Siberian  
Railway - a branch of JSC Russian Railways,  
Researcher,

email: irk.sasha2@yandex.ru.

**Богданова Ирина Анатольевна,**

664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,

Иркутский государственный университет,

старший преподаватель,

email: irinairk@gmail.com.

**Bogdanova Irina Anatolyevna,**

Karl Marx st., 1, Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk State University,

Senior lecturer,

email: irinairk@gmail.com.

**Швалева Нина Ивановна,**

664003, Россия, г. Иркутск, Российская ул., 17,

Иркутский филиал ФБУ «Территориальный  
фонд геологической информации по Сибирскому  
федеральному округу», Россия

ведущий специалист,

email: shvaleva.55@mail.ru.

**Shvaleva Nina Ivanovna,**

17 Rossiyskaya st., Irkutsk, 664003, Russia,

Irkutsk branch of the Federal State Budgetary Insti-  
tution "Territorial Fund of Geological Information  
for the Siberian Federal District",

leading specialist,

email: shvaleva.55@mail.ru.

## Роль геологов Иркутского государственного университета в открытии Якутской алмазоносной провинции

А.Т. Корольков

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Прошло 75 лет со дня открытия россыпи алмазов на Косе Соколиной в долине р. Вилуей, расположенной в 6 км выше по течению от п. Крестях, что заставило переместить поиски с территории Иркутской области в район Саха (Якутия). Это открытие 7 августа 1949 года совершила партия Григория Файнштейна, входившая на тот момент в состав Тунгусской экспедиции, которой руководил инициатор поисков алмазов на Сибирской платформе Михаил Михайлович Одинцов, осенью 1949 года после защиты докторской диссертации назначенный первым деканом самостоятельного геологического факультета. Через 5 лет 21 августа 1954 года молодая женщина из ВСЕГЕИ г. Ленинграда Лариса Анатольевна Попугаева открыла первый коренной источник алмазов в Сибири — кимберлитовую трубку «Зарница», используя пироповый метод поисков по совету Александра Александровича Кухаренко. С этой даты прошло 70 лет.

**Ключевые слова:** Тунгусская экспедиция, россыпь алмазов, Коса Соколиная, пироповый метод поисков, кимберлитовая трубка Зарница, Ленинская премия.

## Role of Irkutsk State University Geologists in the Discovery of the Yakutsk Diamondiferous Province

A.T. Korolkov

*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

**Abstract.** 75 years have passed since the discovery of the diamond placer on the Sokolina Spit in the valley of the Vilyu River, located 6 km upstream from the village of Krestyakh, which forced the search to be moved from the territory of the Irkutsk region to the Sakha region (Yakutia). This discovery was made on August 7, 1949 by the party of Grigory Feinstein, who at that time was part of the Tunguska expedition, led by Mikhail M. Odintsov, the initiator of the diamond search on the Siberian platform, who in the autumn of 1949, after defending his doctoral dissertation, was appointed the first dean of the independent geological faculty. 5 years later, on August 21, 1954, a young woman from ALL over Leningrad, Larisa A. Popugaeva, discovered the first indigenous diamond source in Siberia, the Zarnitsa kimberlite pipe, using the pyrope method of searching on the advice of Alexander A. Kukharenko. 70 years have passed since that date.

**Keywords:** Tunguska expedition, diamond placer, Sokolinaya Spit, pyrope search method, kimberlite pipe Zarnitsa, Lenin Prize.

### Введение

После Великой Отечественной войны СССР остро нуждался в самых твердых минералах для восстановления народного хозяйства. 80 % алмазов используется в

промышленности, только 20 % превращаются в бриллианты. После победы над фашистами нашей стране потребовались прежде всего именно технические алмазы для восстановления промышленности для изготовления алмазных пил, буровых коронок и др. За

большие деньги их приходилось закупать за границей. На Сибирской платформе были предсказаны месторождения алмазов в 1939 и 1940 году независимо друг от друга Михаилом Одинцовым и Владимиром Соболевым. Однако метода поисков коренных источников алмазов на тот момент не существовало. Лишь на Урале бедные россыпи алмазов обнаружили, промывая речные галечники. Трудные поиски в плохо изученных таежных районах Восточной Сибири начали выпускники Иркутского государственного университета. После первых успешных находок алмазов иркутянами в рыхлых речных отложениях к поискам подключились геологи из центральных организаций страны.

### **Тунгусская экспедиция**

Вдохновителем и организатором первой алмазной экспедиции в бассейне р. Нижней Тунгуски в 1947 году стал Михаил Одинцов (рис. 1) (Корольков, 2017). В.С. Соболев работал в это время зав. кафедрой Львовского университета. Иркутские геологи начали искать в том месте, где М.М. Одинцовым в 1939 году были встречены обнажения магматических пород трапповых интрузий основного состава.



**Рис. 1.** Михаил Одинцов в 1939 году.

**Fig. 1.** Mikhail Odintsov in 1939.

Такие же породы в Южной Африке были распространены вблизи промышленных кимберлитовых трубок. Других более надежных предпосылок на тот момент не было. Ультрасильную породу кимберлит коренных месторождений алмазов поисковики не видели.

Ни в одном музее Иркутска ее не было. Как найти кимберлитовую трубку среди бескрайней тайги диаметром примерно 1 км и почти вертикальными контактами, не знали. Методика поисков коренных источников по минералам-спутникам в то время еще не существовала. Сосредоточились на опробовании речных галечных отложений, чтобы по ним подойти к кимберлитовым трубкам. Не было надежной топографической основы, геологических карт даже 1 : 1 000 000 масштаба, специального геологического снаряжения (вертолетов, моторных лодок, вездеходов и т. д.). Только олени и лошади. Экспедиции выделили самолет и опытного военного летчика Иннокентия Куницына, который мог посадить машину при аварии на речную косу. Но без карт полеты были очень рискованными... С большим трудом доставили в 1948 году в тайгу хрупкую самодельную рентгеновскую установку, которая позволила в одной из проб бассейна р. Нижней Тунгуски обнаружить обломок кристалла алмаза размером со спичечную головку. В министерстве поверили, что алмазы есть. Увеличили финансирование... для более детального опробования бассейна р. Нижней Тунгуски. Тогда М.М. Одинцов по согласованию с коллективом экспедиции послал одну партию в 1948 году в бассейн р. Виллой, перераспределив предназначенную ей работу между другими исполнителями.

### **Соколиная Коса**

В 1948 году при малой воде Виллойская партия смогла сделать только рекогносцировку площади работ и выявила труднопроходимый порог Улахан-Хан в русле р. Виллой. В 1949 году ранним летом при большой воде смельчаки успешно преодолели это препятствие. Большую роль сыграло искусство опытных таежников-сибиряков, включенных в состав партии. Среди них были Г.Х. Файнштейн, эвенк А. Коненкин, Ю.И. Хабардин, коллекторы К.Д. Урбанович и В.Г. Урбанович, И. Кочетков, А. Лисицын, рентгенолог Л.П. Сторожук, С. Садовников, Г. Перфильева, минералог В.А. Кадникова, Г. Павлов, М. Таборов, В. Долгих, О. Хромовских и рабочий С. Бесперстов. Галечные отложения опробовали ниже по течению от порога.

Сначала — высокие террасы, но безрезультатно. Потом заложили канаву на большой галечной косе Соколиная. Это было верное решение!

### **Григорий Хаимович Файнштейн**

Руководителем Вилуйской партии, открывшей россыпь Коса Соколиная, был Г.Х. Файнштейн (рис. 2). В 2024 году ему исполнилось бы 110 лет со дня рождения. Коллеги и близкие друзья в шутку называли его русским евреем. Столько харизмы, юмора, горячности, предприимчивости и беспредельной преданности делу было ему присуще! Когда-то я работал в ВостСибНИИГГиМСе в здании на углу улиц Карла Маркса и Сухэ Батора. Сейчас на первом этаже этого дома расположены ювелирные магазины... До революции это была двухэтажная элитная гостиница Иркутска. Во времена алмазной эпопеи здесь размещалось Иркутское геологическое управление, потом несколько комнат занимал Геологический институт СО АН СССР (ныне Институт земной коры СО РАН), позже долгое время здесь находилась Иркутская геологосъемочная экспедиция, после нее — ВостСибНИИГГиМС, который прекратил свою деятельность в годы перестройки... Григорий Файнштейн работал в 60–80-е годы двадцатого века в главном здании ВостСибНИИГГиМСа на ул. Декабрьских Событий, 29. Однажды по каким-то делам он заглянул к нам на ул. Сухэ Батора. Видимо, нахлынули воспоминания. За чашкой чая рассказал, что в 30-е годы здание надстроили. Геологическое управление было на первых этажах, а последние 2 этажа отдали семейным геологам. Одинцов искал специалистов для своей первой алмазной экспедиции и заглянул к нему домой... Файнштейн поддался уговорам и согласился работать с Одинцовым. Всегда считал его своим учителем, «отцом сибирских алмазов»...

Г.Х. Файнштейн родился 1 мая 1914 года в Центральной Бурятии, с. Домно-Еравна. В начале после окончания педагогического училища 5 лет работал учителем, затем поступил на биолого-почвенно-географический факультет ИГУ, который закончил в 1938 году. Началась Великая Отечественная война. С

1939 по 1944 год служил на Восточном фронте. Большого опыта поисковых работ не имел. В 1947 году в Тунгусской экспедиции был назначен начальником партии. После полевого сезона 1947 года М.М. Одинцов выбрал его для руководства Вилуйской партией (Одинцов, 1981). Файнштейн с честью оправдал это доверие! В трудную зиму 1949-1950 года ему пришлось возглавить зимние работы по оценке открытой алмазной россыпи на Косе Соколиной.



**Рис. 2.** Григорий Файнштейн в поле на р. Вилуй. Лето 1950 года.

**Fig. 2.** Grigory Feinstein in a field on the Vilyu River. Summer 1950.

Линии шурфов «на проморозку» делали преимущественно рабочие, которые по разным статьям отсидели в тюрьме, так как других не было... В 1950 году Тунгусскую экспедицию сделали стационарной и перевели в Якутию, сменив название на Амакинскую из-за большой секретности работ. М.М. Одинцов с 1949 года стал профессором и первым деканом самостоятельного геологического факультета ИГУ. Но с 1952 по 1954 год он возглавлял Северную экспедицию Иркутского геологического управления, занимавшуюся геологической съемкой 1: 1 000 000 бассейнов рек Нижней Тунгуски, Вилюя, Оленека, которая объединила многих преподавателей и геологов-производственников. В 1954 году назначен директором Института земной коры СО АН СССР, где продолжил изучать проблемы алмазоносности. Г.Х. Файнштейн до 1964 года был руководителем разных поисковых партий в Якутии. С



1964 по 1989 год работал в ВостСибНИИГ-ГиМСе, возглавляя сектор алмазов. Успел воспитать много способных учеников и написать книгу воспоминаний (Файнштейн, 1988). Умер 22 июня 2000 года.

### **Любовь Константиновна Комина**

Эта женщина не привыкла к бриллиантовым украшениям, но через всю жизнь пронесла любовь к алмазам, к людям, с которыми их искала, к суровой сибирской природе. Любовь Комина — верная сестра солнцу, ветру, дождям, тучам комариным, таежным кострам и лютым якутским холодам... Наверное, стойкость ей передалась от алмаза. 13 июня 2024 года Любовь Константиновна скромно отметила 97 лет со дня рождения. Мы встретились в 2017 году при подготовке моей статьи «Алмазная экспедиция 1947 года Михаила Одинцова» (Корольков, 2017). Когда вошел в ее скромную квартиру, птичьего голоса напомнили лес. Так звонко пели канарейки, перелетая из одной комнаты в другую. А Любовь Константиновна шуточно приободрила меня: «не для всех так звонко поют мои канарейки». В проходной комнате внимание привлекли большие

фотографии алмазов и супружеской пары. С удивлением, узнал Ивана Галкина рядом с молодой Любой Коминой. Оказалось, мы когда-то работали в одной организации — ВостСибНИИГГиМСе, только в разных корпусах. Ее мужа — доброжелательного, крупного, коммуникабельного, очень внимательного к людям — я хорошо запомнил. А вот скромную Любовь Кому нет. Тем интереснее было ее послушать (Конобулова, 2019; Корольков, 2024). В 1944 году Люба стала студенткой биолого-почвенно-географического факультета Иркутского государственного университета, который окончила весной 1949 года и получила специальность геолога. Это произошло 75 лет назад. В 2024 году отмечался 75-летний юбилей самостоятельного геологического факультета, первым деканом которого был «отец сибирских алмазов» ММ. Одинцов. Но на отдельном самостоятельном факультете студенты стали учиться только с осени 1949 года. Из небольшой группы геологов, которые закончили биолого-почвенно-географический факультет весной 1949 года (рис. 3), сейчас живут в Иркутске два человека — Л.К. Комина и Т.Н. Титоренко, которая до 89 лет преподавала палеонтологию на геологическом факультете ИГУ.



**Рис. 3.** Выпускники геолого-почвенно-географического факультета весной 1949 года. В третьем ряду третья слева — Любовь Константиновна Комина. Во втором ряду — преподаватели-геологи: первый слева — Евгений Владимирович Павловский, третья справа — Наталья Васильевна Фролова, четвертый слева — Тарас Тимофеевич Деуля (ректор ИГУ), первый справа — Николай Александрович Флоренсов. В первом нижнем ряду вторая слева — Тамара Николаевна Титоренко.

**Fig. 3.** Graduates of the Faculty of Geology, Soil and Geography in the spring of 1949. In the third row, the third from the left is Lyubov K. Komina. In the second row there are teachers of geology: the first from the left is Evgeny V. Pavlovsky, the third from the right is Natalia V. Frolova, the fourth from the left is Taras T. Deulya (rector of ISU), the first from the right is Nikolai A. Florensov. In the first lower row, the second from the left is Tamara N. Titorenko.

Любе Коминой посчастливилось поработать в партии М.М. Одинцова еще студенткой после второго курса в 1946 году, занимаясь поисками и оценкой проявлений медистых песчаников и сланцев чехла Сибирской платформы. В отчете, составленном авторами этих работ, впервые приводится чертеж и характеристика Ботовской пещеры. Конечно, без специального снаряжения они в то время не смогли проникнуть далеко. Сейчас эта самая длинная пещера Иркутской области (к 2023 году обнаружено свыше 70 км горизонтальных тоннелей) исследована довольно хорошо. А.Г. Филиппов, известный ученый-спелеолог, много лет работал в одной лаборатории ВостСибНИИГГиМСа вместе с Л.К. Коминой, которому она это рассказала. Андрей очень удивился скромности, поднял архивные документы и написал большую статью о первооткрывателях знаменитой Ботовской пещеры Иркутской области... В 1947 году Любу Комину уговорили поработать в Восточном Саяне на поисках редкометалльных месторождений. М.М. Одинцов, как известно, в 1947 году начал поиски алмазов на Сибирской платформе в бассейне р. Нижняя Тунгуска. В 1948 году после четвертого курса в Тунгусской алмазной экспедиции под руководством Одинцова стала работать и Комина. С этого времени вся ее последующая профессиональная деятельность была связана с алмазами. Геологических карт даже 1: 1 000 000 масштаба на бассейн р. Нижней Тунгуски не существовало. Не было и надежной топоосновы. В маршруты приходилось ходить «по расспросам» якутов-проводников, которые делали предварительный абрис ручьев и рек предстоящего пути. Часто это не совпадало с действительностью. Умение хорошо ориентироваться в тайге, преодолевать трудности в виде дождя, снега и холода, способность разжечь костер при любой погоде Люба приобрела еще в ранней юности. Характер и выносливость закалила упорными занятиями спортом. Навыки маршрутной работы накопила за два предыдущих полевых сезона. Очень скоро она, несмотря на молодость (21 год), стала ведущим геологом, не уступая мужчинам-геологам в количестве, протяженности и качества маршрутов. Немногословная, умелая, крепкая Люба завоевала непрекаемый авторитет и у каюров-якутов, и у рабочих. Самыми трудными и интересными для Любы Коминой оказались 1949 и 1950 годы. Летом 1949 года она работала в составе Тунгусской экспедиции и вернулась с

полевых работ поздно. Но отдых был небольшой. После открытия крупной алмазной россыпи на р. Вилюй (на Косе Соколиной) потребовалось сделать детальную разведку и подсчитать запасы. Руководил этими работами Г.Х. Файнштейн, которому катастрофически не хватало хороших геологов для документации горных выработок, отбора проб и камеральных работ. Поисково-разведочные работы проводились зимой шурфами, которые копали рабочие на проморозку, то есть с разведением костров и последующим выдалбливанием материала. Некоторые шурфы были до 3 м и более. Поэтому рабочие и документаторы опускались в шурфы с помощью специального ворота. Рабочих из местного населения было мало. В основном, на проходке шурфов трудились люди, отсидевшие в тюрьме по разным статьям. Тяжелая работа не только для горняков, но и для геологов-мужчин. А как трудно это было для молодой женщины! Г.Х. Файнштейн так характеризует Любовь Комину в тот период (Файнштейн, 1988): *«На Вилюе появилась в марте 1950 года. До этого работала в бассейне Нижней Тунгуски в Чайкинской партии. Во Второй комплексной партии Амакинской экспедиции она сразу покорила сильную половину рода человеческого своей красотой. Количество тайных и явных воздыхателей множилось с катастрофической быстротой по мере того, как проявлялись в деле лучшие черты ее характера. Немного выше среднего для женщины роста, стройная, правильные тонкие черты смуглого лица, голова увенчана густой темной косой, увенчана — в буквальном смысле слова, так как косы она укладывала в виде короны или венца. Отличалась она ровным, спокойным характером, зря слова на ветер не бросит, каждое — на вес золота. Упорная в достижении цели. Упорство это граничило даже где-то с упрямством, а молчаливость — со скрытностью, вместе с тем не лишена чувства юмора. Типичная черта ее характера — бережливость... Любой вещью — своей ли, государственной ли — она пользовалась настолько аккуратно, что каждая служила многие-многие годы».* Такая красавица могла бы выступать моделью на сцене, а ей досталось делать тяжелую геологическую работу наравне с мужчинами. Морозы доходили до – 50 °С. Поэтому железная печка в полевом общепитии топилась и днем, и ночью. Иногда не хватало дров. Выручали горняки и рабочие-мужчины. Жили в продуваемых насквозь

домиках, не имеющих сеней, без электрического света. Вместо окна была вставлена льдина. Несколько раз ее коса примерзала к стене ночью. Конечно, никаких овощей не было. Только мерзлая капуста. Однажды в домике оказался лимон, который прилетел вместе с каким-то командированным специалистом с Большой земли. После работы геологи решили выпить ароматного чая. Вдруг открылась дверь, окутав всех густым морозным облаком пара. Когда туман рассеялся, лимон исчез со стола. Оказывается, входящий не знал, что лимон один на всех. Летом после документации шурфов проводились поисковые маршруты отрядами, в которых Л.К. Комина обычно назначалась главным геологом с учетом ее опыта и квалификации. Именно в одном из таких трудных маршрутов прорабом в ее подчинении оказался казак из Вешенской станицы (из той же, где и писатель Михаил Шолохов родился!) Иван Галкин — высокий, красивый и молчаливый парень с густой копной волос, который стал ее самым близким человеком на всю жизнь (рис. 4).



**Рис. 4.** Любовь Комина и Иван Галкин. 1999 год на 50-летию открытия россыпи алмазов на Косе Соколиной Саха (Якутии).

**Fig. 4.** Lyubov Komina and Ivan Galkin. 1999 on the 50th anniversary of the discovery of the diamond placer on the Spit of Sokolina Sakha (Yakutia).

От простого горного рабочего, закончив с отличием геологоразведочный техникум, он вырос до крупного геолога-алмазника и начальника партии, первооткрывателя нескольких кимберлитовых трубок за полярным кругом, а после переезда в Иркутск — до зам. директора ВостСибНИИГГиМСа.

### **Юрий Иванович Хабардин**

Алмазником этот сибирский парень (рис. 5) стал благодаря Г.Х. Файнштейну. Случайно встретившись с ним в Иркутске, Ю. Хабардин согласился поехать на полевые работы в 1948 году от Тунгусской экспедиции. Родился Хабардин в г. Киренске и был умелым таежником. До этой встречи закончил сельскохозяйственный техникум в г. Улан-Удэ и курсы прорабов. В 1949 году он был в партии Г.Х. Файнштейна, открывшей первую алмазную россыпь в Саха (Якутии) на р. Вилюе на Косе Соколиной. После образования стационарной Амакинской экспедиции в п. Нюрба Юрий Хабардин переехал в Саха (Якутию). «Трубка Мир. Министерство геологии СССР. Союзный трест № 2. Амакинская экспедиция, партия 132. 13 июня 1955 года» — так написал первооткрыватель Ю.И. Хабардин на затесе дерева почти в центре одной из наиболее крупных кимберлитовых трубок, в честь которой и назван город Мирный.



**Рис 5.** Юрий Иванович Хабардин, первооткрыватель кимберлитовой трубки «Мир».

**Fig. 5.** Yuri I. Khabardin, discoverer of the Mir kimberlite pipe.

Ю.В. Хабардин много лет работал в Амакинской экспедиции. Заочно закончил геологический факультет Иркутского государственного университета. Открытие кимберлитовой трубки «Мир» произошло в день рождения Любы Коминой. Мало кто знает, но в тот год и она могла бы быть в числе первооткрывателей. Река Малая Ботуобия (правый приток р. Вилюй) была рекомендована для



поисков коренных источников Николаем Бобковым, прекрасным минералогом и кристаллографом из Амакинской экспедиции, который трагически погиб в 1953 году, по кристаллографическим особенностям изученных им алмазов. Следуя его рекомендациям, москвичка Наталья Владимировна Кинд в 1953 году обнаружила алмаз в нижнем течении р. Малая Ботуобия. Проверкой алмазонности этой реки от низовьев к верховьям с отбором крупнообъемных проб (от 1 до 0.5 м<sup>3</sup>) в 1954 году занимался отряд Ивана Афанасьевича Галкина (Галкин и др., 2004). Чтобы достоверно определить алмазы из этих проб, песчаный материал после отбурторки и частичной промывки отвозился на лошадях, затем на лодках на рентгеновскую установку. И.А. Галкин обратил внимание на левый приток р. Малая Ботуобия р. Ирелях (Нарядная). В крупнообъемной пробе из этого притока было обнаружено 7 алмазов. В конце лета 1954 года на помощь к И.А. Галкину были направлены Л.К. Комина и Г.Х. Файнштейн, которые и занялись вместе с ним детализацией площади (уменьшением контуров поисков) в бассейне р. Ирелях со шлиховым и мелкообъемным опробованием. Реку Ирелях они назвали р. Нарядной потому, что рабочие много нарядов получали из-за крепких выражений в процессе этой работы. Им приходилось много усилий делать для тропы, по которой могли бы пройти лошади с пробами. Это было в 1954 году, когда они не знали еще точное название ручья. Здесь проявился крепкий характер геолога Любы Коминой, которая не терпела маты даже в трудных таежных условиях. Рабочие подчинялись ей беспрекословно и дежурили по кухне по нарядам, таким авторитетом она была для них. К осени стало ясно, где примерно искать. Площадь с большим количеством пиропов и частыми находками алмазов в пробах в среднем течении р. Ирелях (руч. Нарядного) была оконтурена. Все участвующие в поисках на этой площади знали, что подошли близко к коренному выходу кимберлитовой трубки. Оставался последний шаг — за один полевой сезон открыть промышленное коренное месторождение. Были определены главные геологи — исполнители этих работ.

Г.Х. Файнштейн пишет (Файнштейн, 1988): *«Выбор пал на Юрия Хабардина и Любу Комину. Оба они обладали хорошей наблюдательностью, прекрасно ориентировались в тайге, маршрутные исследования проводили мастерски. Оба начали поиски алмазов на Сибирской платформе с первых дней и, хотя были молоды, по-существу, являлись уже ветеранами алмазного поиска»*. Но по решению начальника Амакинской экспедиции отряд Ю.И. Хабардина перебросили к исходному рубежу начала поисков еще в апреле, поэтому сразу после распутицы они начали работы. Люба Комина задержалась из-за непогоды в Олекминске, когда возвращалась из Иркутска. Несомненно, ее труд и труд ее мужа в локализации площади поисков для открытия кимберлитовой трубки «Мир» велики, как мне кажется, по заслугам не оценены.

### **Трубка «Зарница»**

Вначале были найдены россыпи алмазов в Иркутской области и Якутии. Иркутские геологи некоторое время надеялись обнаружить коренные источники среди траппов. Окончательно изменить взгляды заставила молодая, но успевшая побывать на фронте, Лариса Анатольевна Попугаева (рис. 6) из экспедиции ВСЕГЕИ (г. Ленинград), которая открыла вместе с рабочим Федором Беляковым в 1954 году первую кимберлитовую трубку «Зарница» в Саха (Якутии) на основании прослеживания в шлихах пиропов — спутников алмазов (чем больше пиропов в пробах, тем ближе к коренному источнику). Контур локальной площади был за год до этого очерчен совместными работами Н.Н. Сарсадских, Л.А. Попугаевой, геологов-съемщиков под руководством М.М. Одинцова. Причем, больше всего пиропов было в шлихах, отобранных Л.А. Попугаевой в 1953 году из бассейна р. Далдын, левого притока р. Мархи, впадающей в р. Виллой слева. Попугаевой посоветовал поискать коренной источник алмазов по пиропам минералог Александр Александрович Кухаренко, впервые в нашей стране детально изучивший кимберлит из Южной Африки и обнаруживший в нем пиропы, аналогичные якутским. Замечу, что никто из иркутских геологов, начавших поиски



алмазов на Сибирской платформе, никогда не видел и не изучал такой кимберлит! Александр Кухаренко именно посоветовал Ларисе Попугаевой поискать по пиропам кимберлитовую трубку. Думаю, что сам А.А. Кухаренко не был на тот момент окончательно уверен в эффективности предлагаемого метода и не сумел убедить других. Если бы уверенность была стопроцентной, финансирование ВСЕГЕИ маленького отряда Л.А. Попугаевой всего из 2 человек не составило бы проблемы. Фактически ей пришлось занимать для экспедиции деньги из другого отдела ВСЕГЕИ и даже из Амакинской экспедиции. Но Лариса Попугаева блестяще подтвердила догадку А.А. Кухаренко. Метод поисков по пиропам оказался очень эффективным!



**Рис 6.** Лариса Анатольевна Попугаева, Федор Беликов, пес Пушок — первооткрыватели первой кимберлитовой трубки «Зарница» в Саха (Якутии).

**Fig. 6.** Larisa A. Popugaeva, Fedor Belikov, dog Pushok — the discoverers of the first kimberlite pipe "Zarnitsa" in Sakha (Yakutia).

Уже на следующий 1955 год, используя этот простой и дешевый способ поисков, другие геологи открыли крупные промышленные коренные источники алмазов: Ю.И. Хабардин открыл кимберлитовую трубку «Мир», а В.Н. Щукин — трубку «Удачная» в месте, на которое указала ему Л.А. Попугаева по результатам предыдущих своих работ (в 14 км западнее трубки «Зарницы»). В последующем с использованием пиропового

метода поисков были открыты многие другие промышленные и непромышленные кимберлитовые тела.

#### Значение геологов ИГУ

Трудно переоценить, сколько напряженного труда потребовалось иркутским геологам-выпускникам ИГУ для открытия россыпных и коренных месторождений алмазов в Якутии. Ведь они начинали первыми! Инициатором и вдохновителем этой работы был М.М. Одинцов. Г.Х. Файнштейн оказался достойным учеником своего учителя! Ему досталась невероятно трудная работа по открытию первой россыпи алмазов, проведению летних и зимних горных работ по ее оценке. Огромную помощь в этом оказали Л.К. Комина, И.А. Галкин и другие. Открытие промышленной россыпи в Якутии привлекло много геологов и молодых специалистов из других организаций Ленинграда, Москвы, Львова. После успешного применения метода поисков по пиропам, разработанного ленинградцами, и открытия первой кимберлитовой трубки «Зарница» геологи-поисковики получили своеобразный ключ к новым открытиям. Это заставило даже В.С. Соболева из Львова приехать в Якутию и проделать трудный маршрут на лошади до трубки «Мир». Множество кимберлитовых трубок открыл по пиропам Владимир Николаевич Щукин, выпускник Свердловского горного института.

#### Открытие века

В 1957 году за главное открытие XX века — Якутскую алмазоносную провинцию — были вручены Ленинские премии — высшая награда страны. Их удостоились А.П. Буров, Г.Х. Файнштейн, Ю.И. Хабардин, В.Б. Белов, В.Н. Щукин и Р.К. Юркевич. Первый известен как организатор геологической службы по алмазам СССР, настоявший на переносе работ с Урала в Сибирь. Последний был главным геологом Амакинской экспедиции в период основных открытий. Остальные — непосредственные полевые участники открытий промышленных месторождений алмазов в Якутии. Следует подчеркнуть, что трое из них — ученики М.М. Одинцова и выпускники геологического факультета ИГУ. К сожалению, среди награжденных Ленинской премией отсутствовал инициатор поисков алмазов М.М. Одинцов и первооткрыватель первого коренного источника алмазов Л.А. Попугаева.

### **Заключение**

Труд советских геологов позволил в кратчайшие сроки открыть несметные богатства. Прошло всего 5 лет от открытия первой алмазной россыпи в Якутии до открытия первого коренного месторождения. Эту дорогу нельзя назвать долгой, хотя была она очень трудной. Сейчас в республике Саха (Якутии) известно около 200 промышленных кимберлитовых трубок (из них 22 самых богатых) и примерно 1500 различных кимберлитовых и лампроитовых тел, включая дайки и трубки. Примерно 93.6 % алмазов добывают из коренных источников, остальные — из россыпных. Разработка открытых геологами россыпных и коренных месторождений алмазов в Саха (Якутии) уже к началу шестидесятых годов прошлого века позволила нашей стране не только обеспечить запросы своей промышленности, но и выйти на Мировой рынок алмазов. Недаром открытие Якутской алмазоносной провинции считается главным достижением русских геологов XX века!

### **Литература**

Галкин И.А., Романов Н.Н., Толстов А.В. На заре алмазной юности. Поиски и находки. Первая практика. Новосибирск: Сибтехнорезерв, 2004. 510 с.

Коновулова М.Х. Совершенно секретно. II книга. Рассказы очевидцев. Мирный: Мирнинская городская типография, 2019. 184 с.

Корольков А.Т. Алмазная экспедиция 1947 года Михаила Одинцова // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2017. Т. 22. С. 82–91.

**Корольков Алексей Тихонович,**  
доктор геолого-минералогических наук, доцент,  
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,  
Иркутский государственный университет,  
профессор,  
email: baley51@mail.ru.

**Korolkov Aleksey Tikhonovich,**  
Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,  
664003, Irkutsk, Karla Marksa St., 1, Russia,  
Professor of ISU,  
email: baley51@mail.ru.

Корольков А.Т. Трудная дорога к сибирским алмазам. К 75-летию открытия Якутской алмазоносной провинции // Мои года. 2024. № 31 (1130). 02.08-09.08.2024. С. 18.

Одинцов М.М. По Восточной Сибири в геологических партиях: Из записок сибирского геолога. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1981. 190 с.

Файнштейн Г.Х. За нами встают города. Лебедь Г.Г. Разбуженные джинны. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1988. 304 с.

### **References**

Galkin I.A., Romanov N.N., Tolstov A.V. At the dawn of diamond youth. Searches and finds. The first practice. Novosibirsk: Sibtechnoreserv Publishing House, 2004. 510 p.

Konobulova M.H. Top secret. Book II. Eyewitness accounts. Mirny: Mirninskaya city printing house, 2019. 184 p.

Korolkov A.T. The Diamond expedition of 1947 by Mikhail Odintsov // The bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences. 2017. Vol. 22. P. 82–91.

Korolkov A.T. The difficult road to Siberian diamonds. On the 75th anniversary of the discovery of the Yakut diamond province // My years. 2024. No. 31 (1130). 02.08-09.08.2024. P. 18.

Odintsov M.M. On Eastern Siberia in geological batches: From the notes of a Siberian geologist. Irkutsk: East-Siberian Publishing House, 1981. 190 p.

Feinstein G.H. Cities are rising up behind us. Cygnus G.G. Awakened genies. Irkutsk: East Siberian Book Publishing House, 1988. 304 p.

**Региональная геология**

УДК 551.24.01+552.3 (51)

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.67>**Изучение геологии, полезных ископаемых, землетрясений и источников кайнозойского вулканизма Монголии преподавателями геологического факультета Иркутского государственного университета**С.В. Рассказов<sup>1,2</sup>, И.С. Чувашова<sup>1</sup><sup>1</sup>*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия*<sup>2</sup>*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Охарактеризованы исследования на территории Монголии, выполненные преподавателями геологического факультета ИГУ в разное время. В 1957–1958 гг. Н.А. Флоренсов и В.П. Солоненко изучали последствия Гоби-Алтайского землетрясения, произошедшего 4 декабря 1957 г. и по результатам этих работ открыли новое научное направление – палеосейсмогеологию. Идея использовать сейсмодислокации, новообразованные при сильном землетрясении, для оценки прошедших сейсмических событий территории была со временем дополнена американскими палеосейсмогеологами вскрытием сейсмических рвов и датированием событий методом <sup>14</sup>C. В 1970-х гг. А.Г. Кузнецов, В.А. Сульдин и др. участвовали в работе Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской экспедиции. Они оценили перспективы территории на фосфориты и бокситы и составили первые геологические карты Прихубсугулья, служившие в качестве основы для работ гидрогеологов, палеосейсмогеологов, биологов, почвоведов, химиков и других специалистов, принимавших участие в работах экспедиции. В 2001–2024 гг. авторы настоящей статьи обосновали на территории Монголии пространственно-временное изменение мантийных источников вулканических пород новейшего геодинамического этапа эволюции Земли и связали происхождение деформаций литосферы в Байкальской рифтовой системе с развитием процессов в Японско-Байкальском геодинамическом коридоре.

**Ключевые слова:** история геологии, Иркутский госуниверситет, Хубсугул, Монголия, землетрясения, вулканические породы, кайнозой.

**Study of Geology, Mineral Resources, Earthquakes and Sources of Cenozoic Volcanism in Mongolia by Lecturers of the Geological Faculty of the Irkutsk State University**S.V. Rasskazov<sup>1,2</sup>, I.S. Chuvashova<sup>1</sup><sup>1</sup>*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia*<sup>2</sup>*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

**Abstract.** This paper presents studies of lecturers from the Geological Faculty of Irkutsk State University performed in Mongolia at different times. In 1957–1958, the study of the consequences of the Gobi-Altai earthquake that occurred in Mongolia on December 4, 1957, led to the discovery by N.A. Florensov and V.P. Solonenko of a new scientific direction – paleoseismogeology. The idea of using seismic dislocations newly formed during a strong earthquake to assess past seismic events in the area with similar structures of the geological past was eventually supplemented by American paleoseismogeologists that opened seismic structures by trenches and dated seismic events using the <sup>14</sup>C method. In the 1970s, lecturers of the faculty A.G. Kuznetsov, V.A. Suldin and others participated in the work of the Soviet-Mongolian complex Khovsgol expedition. They compiled a geological map of the Khovsgol region and assessed the territory's prospects for phosphorites and bauxites. These works were of practical importance and served as a basis for hydrogeologists, paleoseismogeologists, biologists, soil scientists, chemists and other specialists, who took part in the expedition's work. In the 2001–2024, the authors of this paper substantiated the spatial and temporal change in mantle sources of volcanic

rocks of the latest geodynamic stage of the Earth's evolution in Mongolia and linked the origin of lithosphere deformations in the Baikal Rift System with the development of processes in the Japan-Baikal geodynamic corridor.

**Keywords:** history of geology, Irkutsk State University, Khovsgol, Mongolia, earthquakes, volcanic rocks, Cenozoic.

## Введение

На геологическом факультете Иркутского государственного университета (ИГУ) прошли обучение многочисленные монгольские студенты. Существенный резонанс имели также работы преподавателей факультета, проводившиеся на территории Монголии в разное время. Цель настоящей статьи – подчеркнуть значение трех направлений работ:

- Изучение последствий Гоби-Алтайского землетрясения, произошедшего 4 декабря 1957 г. (1957–1958 гг.)
- Изучение геологии и полезных ископаемых Прихубсугуля Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской экспедицией (1970-е гг.)
- Изучение источников кайнозойского вулканизма Монголии (2001–2024 гг.)

## Изучение последствий Гоби-Алтайского землетрясения

Заметный след в истории геологического факультета ИГУ оставили Н.А. Флоренсов и В.П. Солоненко. Н.А. Флоренсов в 1936 г. экстерном закончил геолого-почвенно-географический факультет ИГУ по специальности «геология». В автобиографическом очерке он писал: «С 1937 года в Иркутском университете мне предложили место преподавателя, и, помню, я взялся за новую работу с энтузиазмом. Зав. кафедрой проф. А.В. Львов не только мне благоволил, но фактически передал мне все дела по кафедре. В университете, как и на производстве, я прошел через все служебные ступени. Последнюю лекцию прочитал в 1960 г.» (Николай Александрович Флоренсов, 2003. С. 138). В.П. Солоненко окончил геолого-почвенно-географический факультет в 1935–1940 гг. также по специальности «геология» и остался работать на этом (с 1949 г. – геологическом) факультете. В 1953–1958 гг. он исполнял обязанности зав. кафедрой и в 1958 г. был избран

по конкурсу на должность зав. лабораторией Института земной коры ВСФ АН СССР. Н.А. Логачев так писал о В.П. Солоненко в период его преподавания в ИГУ: «*Виктор Прокопьевич отличался необыкновенным трудолюбием и в молодые годы мог работать регулярно по 14 часов в сутки. Особенно напряженным выдался конец 40-х годов, когда он готовил отчет о графитовых месторождениях Восточной Сибири и Дальнего Востока в связи с запросами оборонной и зарождавшейся атомной промышленности. На кафедре динамической геологии его можно было застать за рабочим столом утром и поздно вечером, когда на факультете не оставалось ни души. Результатом такого сконцентрированного труда явилась монография «Геология месторождений графита Восточной Сибири и Дальнего Востока» (1951), защищенная в МГУ в июне 1952 г. в качестве докторской диссертации. Получение докторской ученой степени в неполные 36 лет и звания «профессор» в неполные 37 лет – абсолютный рекорд раннего научного созревания не только для геологического факультета университета, но и для всего Иркутска. Во всяком случае, мне не известны докторские защиты по геологии в более раннем возрасте.*» (Виктор Прокопьевич Солоненко, 2004. С. 10–11).

В 1940-х и 1950-х гг. преподаватели факультета органично совмещали лекции с работой на производстве и научными изысканиями. В августе 1947 г. была организована конференция Академии наук СССР по изучению производительных сил Иркутской области, на которой Н.А. Флоренсов как главный геолог Восточно-Сибирского геологического управления представил доклад о ее природных ресурсах. В опубликованных работах 1948 г. Н.А. Флоренсова (1948) и Е.В. Павловского (1948) была впервые охарактеризована новейшая структура Байкальской рифтовой зоны (исследования этой новейшей



структуры продолжают до настоящего времени). В феврале 1949 г. решением правительства СССР в Иркутске был организован Восточно-Сибирский филиал Академии наук СССР, а 6 апреля того же года геологический факультет был выделен из геолого-почвенно-географического факультета в самостоятельное подразделение ИГУ. Выпускник геологического факультета 1952 г. Н.А. Логачев был приглашен Н.А. Флоренсовым для геологического картирования Тункинской впадины и Еловского отрога в Институт земной коры ВСФ АН СССР. По результатам этих работ, проводившихся от Восточно-Сибирского филиала АН СССР, в 1953 г. был подготовлен производственный отчет.

4 декабря 1957 г. в Гобийском Алтае произошло одно из сильнейших землетрясений Азии. В это время Флоренсов и Солоненко преподавали в ИГУ. По просьбе

правительства МНР в район землетрясения вылетела группа: Н.А. Флоренсов, В.П. Солоненко и А.А. Тресков (рис. 1). Вместе с монгольскими коллегами они провели аэровизуальные и маршрутные наблюдения свежих сейсмических рвов в плейстосейстовой области, протянувшейся на 270 км вдоль северного подножия Гобийского Алтая. В июньском номере научно-популярного журнала «Природа» были опубликованы первые впечатления Н.А. Флоренсова (1958) об этом грандиозном событии (рис. 2), а в сентябре 1958 г. под его научным руководством и при техническом обеспечении В.П. Солоненко были организованы работы специальной Гоби-Алтайской экспедиции, результатом которых явилось описание последствий события 4 декабря в книге «Гоби-Алтайское землетрясение» (1963) (рис. 3).



**Рис. 1.** Н.А. Флоренсов (слева) и В.П. Солоненко в Монголии. Баян-Гоби сомон. На заднем плане – массив Ихэ-Богдо, высшая точка Гобийского Алтая (3957 м). Октябрь 1958 г.

**Fig. 1.** N.A. Florensov (left) and V.P. Solonenko in Mongolia, Bayan-Gobi somon. In the background is the Ikhe-Bogdo massif, the highest point of the Gobi Altai (3957 m). October 1958.

Значение этих работ оценил один из участников экспедиции Н.А. Логачев. Он писал: «Два обстоятельства заставили коснуться гоби-алтайского эпизода несколько подробнее. Во-первых, результаты работы экспедиции оказались настолько весомыми, что вышедшая в 1963 году под редакцией Н.А. Флоренсова и В.П. Солоненко книга «Гоби-Алтайское землетрясение» по инициативе сейсмологов из Калифорнии была

*срочно переведена на английский язык и дважды тиражирована за границей (в 1965 г. и 1966 г.). Во-вторых, на Гоби-Алтайском полигоне Флоренсов окончательно утвердился в идее о сохранении и возможности использования на практике следов ископаемых, т.е. очень давних, доисторических, сильных землетрясений, так называемых палеосейсмодислокаций.*



**Рис. 2.** Титульная страница статьи Н.А. Флоренсова в июньском номере научно-популярного журнала «Природа» за 1958 г.

**Fig. 2.** Title page of N.A. Florensov’s article in the June issue of the popular science magazine “Nature” (Florensov, 1958).

*Палеосейсмогеологический метод, в котором эта идея получила конечное оформление, поставил соединение сейсмологии и геологии в качестве первого необходимого условия при определении уровня сейсмической опасности и сейсмическом районировании территорий, особенно мало или поздно заселенных, для которых недостаточно сейсмостатистики. В методологическом отношении такое соединение, как теперь ясно, совершенно необходимо, но 40–50 лет назад многие сейсмологи, даже крупные, рассматривали сейсмичность и развитие сейсмического процесса вне связи со свойствами и особенностями геологического субстрата. Истоки этого, по тем временам нового, подхода лежат в широком сотрудничестве иркутских геологов и сейсмологов, начавшемся с совместного обследования зон сильных землетрясений – Мондинского, Муйского, Гоби-Алтайского. Разработка этого метода до его широкого практического использования у нас в стране и за рубежом принадлежит члену-корреспонденту АН СССР В.П. Солоненко и его ученикам. Приоритет иркутских ученых в этой области неоспорим.» (Николай Александрович Флоренсов, 2003. С. 24–25).*



**Рис. 3.** Схема Гоби-Алтайского землетрясения (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963). 1 – изосейста V баллов; 2 – площади с силой землетрясения VII баллов и выше; 3 – направление геологических структур; 4 – Северо-Монгольский разлом; 5 – эпицентральная зона Гоби-Алтайского землетрясения (X–XII баллов); 6 – эпицентр Баян-Цаганского землетрясения 7–8 апреля 1958 г. (по местному времени) (X баллов). Крупные точки – эпицентры наиболее сильных афтершоков, по вычислениям С.И. Голенецкого.

**Fig. 3.** Scheme of the Gobi-Altai earthquake (Gobi-Altai earthquake, 1963). 1 – isoseismal line of V points; 2 – area with strong earthquakes of VII points and higher; 3 – direction of geological structures; 4 – North Mongolian fault; 5 – epicentral zone of the Gobi-Altai earthquake (X–XII points); 6 – epicenter of the Bayan-Tsagan earthquake of April 7–8, 1958 (in local time) (X points). Large dots are the epicenters of the strongest aftershocks, according to calculations of S.I. Golenetsky.

История палеосейсмогеологии, начавшаяся в 1957 г., имела продолжение. «...через 35 лет состоялось повторное изучение полосы сейсмогенных разрывов 1957 г., проведенное российскими, американскими и монгольскими специалистами в 1993–1994 гг. в составе Совместной советско-монгольской геофизической экспедиции Академии наук СССР и Академии наук МНР. Главными исполнителями работ стали Рудольф Александрович Курушин (ИЗК СО РАН), участник Гоби-Алтайской экспедиции 1958 г., и известный американский сеймотектонист Питер Молнар (Массачусетский технологический институт, США). Они написали монографию, почти одновременно опубликованную в США («The Surface Rupture of the 1957 Gobi-Altai, Mongolia, Earthquake», 1997) и в России («Дислокации Гоби-Алтайского (Монголия) землетрясения 1957 г.», 1998). ... В нем специально подчеркнута выдающаяся роль В.П. Солоненко и Н.А. Флоренсова в определении кинематики и последствий подвижки по Долиноозерскому разлому в момент сейсмического акта в начале декабря 1957 г.» (Виктор Прокопьевич Солоненко, 2004. С. 15).

В конце 1980-х гг. начались контакты между СССР и США и состоялся первый обмен геологическими группами по 8 человек из СССР (ИЗК СО АН СССР и ИГЕМ АН СССР) и США (университеты и геологическая служба). Совместные работы проводились по сравнительному изучению рифтовых зон Байкальской и Рио-Гранде в 1988 г. Сейсмогеологическое направление со стороны СССР представлял В.С. Хромовских, со стороны США – М. Машет. В ходе сообщений на совместных конференциях и в полевых маршрутах выяснилось, что, несмотря на приоритет иркутских геологов, достигнутый в 1957–1958 гг. и в последующих работах по

картированию палеосейсмодислокаций, американские геологи тоже продвинулись в исследовании сейсмических рвов. Они показали вскрытые канавами, задокументированные сейсмогенные смещения, датированные методом  $^{14}\text{C}$  по фрагментам захороненных почв и слоев с растительными остатками. Палеосейсмогеолог М. Машет не проявил интереса к дальнейшим работам в Байкальской рифтовой зоне, но к работе подключился другой американский специалист в области палеосейсмогеологии Дж. МакКэлпин, который поделился своим опытом документации палеосейсмических событий и участвовал во вскрытии палеосейсмодислокаций во впадинах Тункинской долины и других районов Байкальской рифтовой зоны. Он проводил работы совместно с В.С. Хромовских, В.В. Ружичем и С.А. Макаровым.

Полученные датировки палеосейсмодислокаций методом  $^{14}\text{C}$  были сопоставлены с датировками вулканических извержений на Удоканском поле северо-восточной части Байкальской рифтовой зоны, имеющими в последние 14.4 тыс. лет (в календарном летоисчислении до 1950 г.) слегка сокращающуюся квазипериодичность 2 тыс. лет. С учетом обнаруженного среднеголоценового изменения обстановки магмопроницаемости верхней части коры на хр. Удокан, предполагалось различие сейсмического режима раннего и позднего голоцена Прибайкалья. В связи с этим обращалось внимание на формирование наиболее крупных Сарминской, Танхойской, Восточноаянской, Торской и Аршанской сейсмогенных структур в первой половине голоцена.

Из опубликованных материалов и полевой документации, выполненной палеосейсмогеологами, к концу 1990-х гг. были сделаны следующие выводы (Рассказов, Макаров, 1997):

1. Наиболее отчетливо следы сейсмогенных деформаций сохранились в разрезах рыхлых отложений в местах распространения песчано-глинистых грунтов.

2. Сейсмическое событие в одной структуре могло быть одиночным, либо сейсмические события в структуре повторялись. Например, Сарминская структура сформировалась  $10100 \pm 90$  лет назад (ЛУ-2441).



Следов ее повторной активизации не установлено. В Танхойской структуре было две активизации: первая – 7920 ± 360 лет назад (ЛУ-2712), вторая – более тысячи лет назад (возраст оценивался по скорости осадконакопления во рву). Несколько сейсмических событий было выявлено в Аршанской структуре (McCalpin, Khromovskih, 1995).

3. В процессе многократной активизации структуры характер деформаций отложений мог меняться. Так, при заложении Торской структуры 12180 ± 100 лет назад (ЛУ-2677) в обстановке растяжения образовался ров шириной несколько метров. Затем происходили неоднократные вертикальные смещения, сопровождавшиеся сжатием грунтов. Растяжение, выразившееся образованием клина, вновь произошло 8700 ± 100 лет назад (ЛУ-2557). Более поздние события в интервале 7435–3310 лет назад зафиксированы в соседнем сейсмогенном рву.

В 2000-х гг. и позже вскрытием и датированием палеосейсмодислокаций в Байкальской рифтовой зоне и в сопредельных районах Монголии занимались В.С. Имаев, А.В. Чипизубов, О.П. Смекалин и другие палеосейсмогеологи. Значение палеосейсмогенных рвов для общей оценки произошедших и ожидаемых сейсмических событий территории, впервые отмеченное Н.А. Флоренсовым и В.П. Солоненко в 1957–1958 гг. на примере Гоби-Алтайского землетрясения, а также датирование, привнесенное американскими палеосейсмогеологами на юг Сибири и в Монголию, к настоящему времени стало одним из трендов «основного геологического потока» – рутинным методом оценки современной активности разломов, необходимой для строительства зданий и сооружений в сейсмически активных областях (McCalpin, 2009).

В 2007 г. в Улан-Баторе состоялась международная конференция с геологической экскурсией в Гобийский Алтай в связи с 50-летием со времени Гоби-Алтайского землетрясения (Conference..., 2007). Работы по изучению сейсмодислокаций Гоби-Алтайского землетрясения и сопредельных территорий, а также предшествующих палеосейсмических событий на юге Монголии

продолжаются (Rizza et al., 2011; Demberel, Anatoly, 2017; Ankhtsetseg et al., 2020; Lee et al., 2021).

### **Изучение геологии и полезных ископаемых Прихубсугулья**

На основе геологической карты Северной Монголии, составленной в конце 1960-х гг., был сделан вывод о приспособлении кайнозойских (Хубсугульской и Дархатской) впадин к субмеридиональным структурам докайнозойского фундамента (Уфлянд и др., 1969). В конце 1960-х и начале 1970-х гг. в западном Прихубсугулье обозначились перспективы на залежи фосфоритов и бокситов (Осокин, 1967; Музалевский, 1970; Ильин, 1971б, 1973; Осокин и др., 1973).

В 1970 г. была организована Советско-Монгольская комплексная Хубсугульская экспедиция Иркутского и Монгольского государственных университетов, объединяющих преподавателей разных научных направлений (Белоус и др., 2020). В составе ее Геологического отряда работы проводились в летние месяцы 1970–1972 гг. под научным руководством профессора геологического факультета ИГУ Г.А. Кузнецова. Техническое обеспечение работ осуществлялось старшим преподавателем В.А. Сульдиным, в состав отряда входили: аспирант А.Е. Бессолицин, студент Монгольского государственного университета Б. Дамдинжав и студент ИГУ Н. Плотников (Кузнецов и др., 1972). Со времени организации Советско-Монгольской комплексной экспедиции ИГУ в 1970 г. в ее исследованиях участвовали также доценты А.И. Горячев и Т.Н. Титоренко. Геологический отряд Советско-Монгольской экспедиции занимался проблемами литологии и стратиграфии Западного Прихубсугулья, а также бокситоносностью и фосфоритоносностью верхнепротерозойских отложений. В начальном варианте уточненной геологической карты побережья Хубсугула (Кузнецов и др., 1972) были показаны основные комплексы пород (рис. 4). В следующем году была



сделана попытка проследить породы докайнозойского фундамента и кайнозойские базальты под Хубсугулом (рис. 5).

В середине 1970-х гг. по геологии и полезным ископаемым Прихубсугулья под научным руководством профессора Г.А. Кузнецова были защищены кандидатские диссертации В.А. Сульдина с упором на фосфоритность (1975) и А.Е. Бессолина с упором на бокситоносность (1975). Во второй половине 1970-х и в 1980-х гг. работы по бокситам и фосфоритам Прихубсугулья продолжались в связи с геологическим картированием сопредельной юго-восточной части Восточного Саяна в масштабе 1:50000 (Осокин, 1979, 1986, 1988; Бямба и др., 1984).

Результаты геологических работ вошли в Атлас озера Хубсугул (1989) (рис. 6). В атласе отражена важнейшая роль в образовании Хубсугульской впадины субмеридионального Окино-Хубсугульского разлома, протягивающегося вдоль ее западного борта. Разлом был впервые показан на рис. 43 в монографии Н.А. Флоренсова (1960). Такое положение разлома предполагалось при геологических работах в Прихубсугулье Г.А. Кузнецовым и др. (1973). По мнению этих авторов, Окино-Хубсугульский разлом обусловил асимметричное строение впадины. Положение этого разлома учитывалось при реконструкции неотектонических стресс-тензоров в бортах Хубсугульской впадины, тогда как другие разломы, показанные на геологических картах (рис. 4–8), на схеме активных разломов не отражены (Парфеевец, Саньков, 2006).

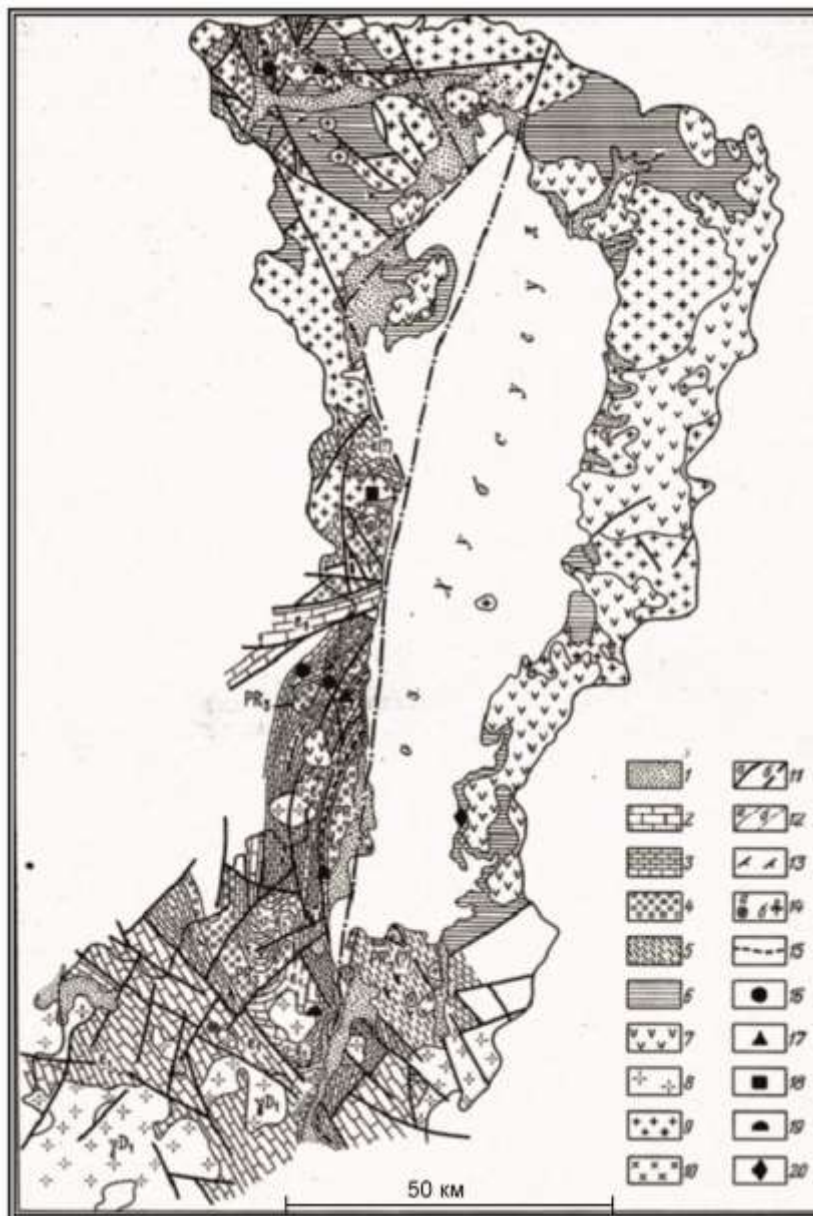
В отличие от Окино-Хубсугульского разлома, проходящего на картах–схемах рис. 4–6 через северную оконечность Хубсугула, на карте под редакцией А.Л. Яншина (рис. 7) в качестве главного обозначен разлом, проходящий западнее п-ова Долон-Ула. Комплексы пород Западного Прихубсугулья прослеживаются в Восточное Прихубсугулье. Таким образом, по строению фундамента

кайнозойская Хубсугульская впадина не имеет какого-либо статуса пограничной структуры. Положение маркирующих слоев фосфоритов и строение карбонатных толщ Западного Прихубсугулья на этой карте существенно отличается от их положения на рис. 4 и 5 и имеет частичное сходство с положением структурных элементов карты рис. 6 (Атлас..., 1989).

В 1990-х гг. работы в Прихубсугулье возобновились в связи с проведением ГДП-200 в Восточном Саяне (Гофман и др., 1991; Кулешов и др., 1991; Осокин, 1991, 1992, 1994а,б,в; Осокин и др., 1991; Виноградов и др., 1994; Никифоров и др., 1995; Khrustalyev et al., 1996; Осокин, Тыжинов, 1998; Хрусталева, Осокин, 1999). В начале 1990-х гг. существовал проект крупномасштабного геологического картирования Северной Монголии Окинской экспедицией, базировавшейся в пос. Монды, но эта экспедиция была закрыта, и работы не состоялись. Тематика фосфоритности Прихубсугулья завершилась защитой докторской диссертации П.В. Осокина (1999).

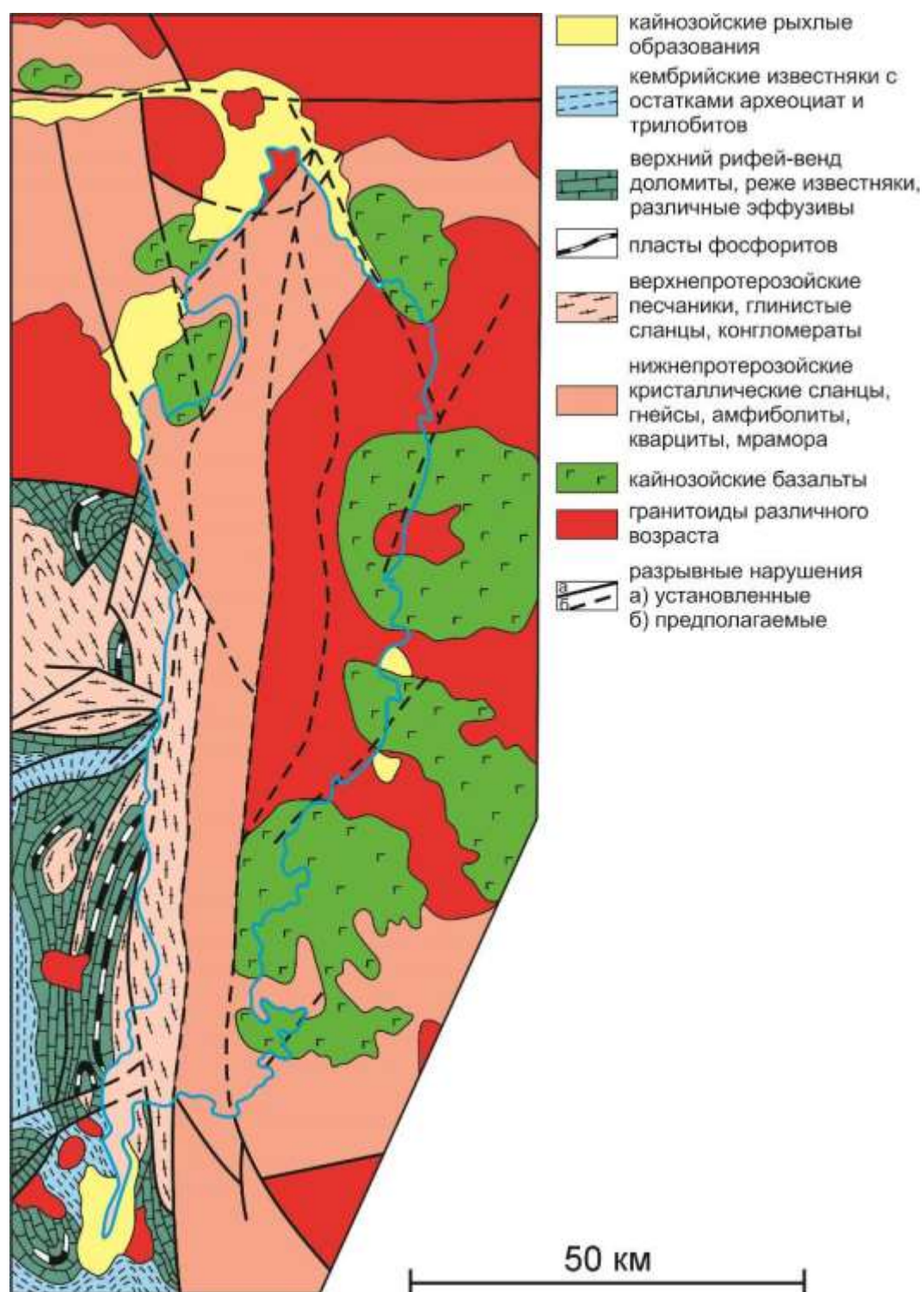
### **Изучение кайнозойского вулканизма Монголии**

Началу работ по изучению кайнозойского вулканизма Монголии способствовали участники Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской экспедиции. При полевых работах 1970-х гг. преподавателем географического факультета ИГУ (геоморфологом) В.С. Кулаковым отбирались отдельные образцы базальтов западного борта Хубсугульской впадины. В начале 1980-х гг. эти образцы были переданы через палинолога В.А. Белову первому автору настоящей статьи (С.В. Рассказову). К–Аг датировки базальтов западного борта Хубсугульской впадины (Иваненко и др., 1989) были дополнены датировками базальтов Прихубсугулья не только К–Аг методом, но и методом  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  (Rasskazov et al., 2003; Ярмолук и др., 2003; Рассказов и др., 2012). В результате первое предварительное датирование вулканических пород плиоценом–квартером (рис. 4,5) было уточнено. Получен возрастной диапазон, соответствующий всему миоцену (рис. 9).



**Рис. 4.** Первый вариант схемы геологии и полезных ископаемых района оз. Хубсугул (Кузнецов и др., 1972). 1 – рыхлые четвертичные отложения; 2 – нижнекембрийские отложения (Є1); 3 – кембрийские и вендские отложения; 4 – верхнепротерозойские породы; 5 – рифейские отложения; 6 – протерозойские и архейские образования; 7 – неоген-четвертичные базальты; 8 – среднепалеозойские кислые и щелочные интрузивные породы; 9 – верхнерифейские кислые интрузивные породы; 10 – венд-нижнекембрийские породы основного и ультраосновного состава; 11–12 – основные разломы установленные (11) и предполагаемые (12); 13 – дайки; 14 – места нахождения остатков древней фауны и флоры; 15 – границы предполагавшихся разработок; 16 – фосфориты; 17 – марганцовистые породы; 18 – железосодержащие породы; 19 – графитизированные породы.

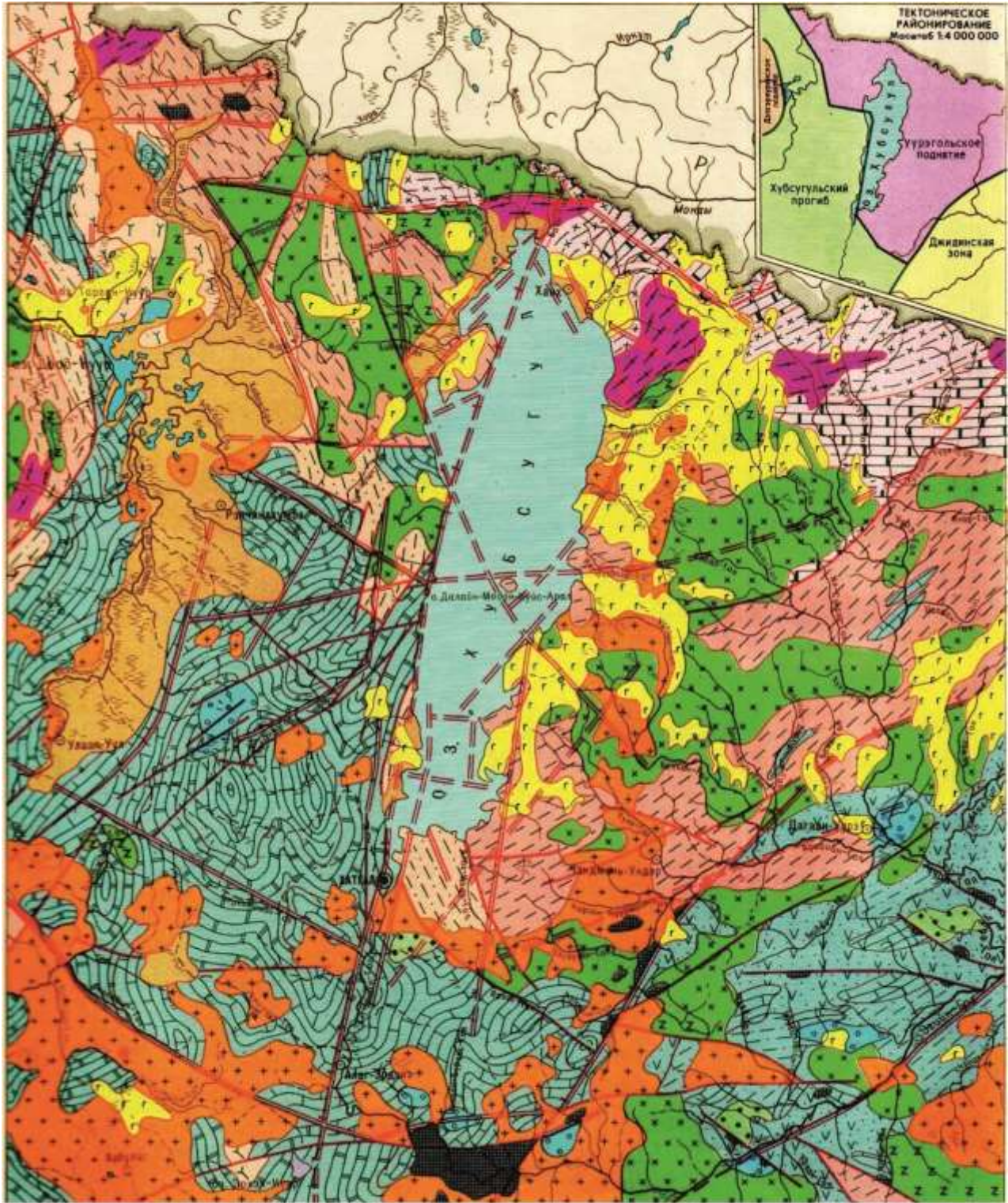
**Fig. 4.** The first version of geology and mineral resources of the Lake Khovsgol area (Kuznetsov et al., 1972). 1 – loose Quaternary sediments; 2 – Lower Cambrian sediments (Є1); 3 – Cambrian and Vendian sediments; 4 – Upper Proterozoic rocks; 5 – Riphean sediments; 6 – Proterozoic and Archean formations; 7 – Neogene-Quaternary basalts; 8 – Middle Paleozoic silicic and alkaline intrusive rocks; 9 – Upper Riphean silicic intrusive rocks; 10 – Vendian-Lower Cambrian rocks of basic and ultrabasic composition; 11–12 – established (11) and assumed (12) main faults; 13 – dikes; 14 – locations of remains of old fauna and flora; 15 – boundaries of proposed developments; 16 – phosphorites; 17 – manganese rocks; 18 – iron-bearing rocks; 19 – graphitized rocks.



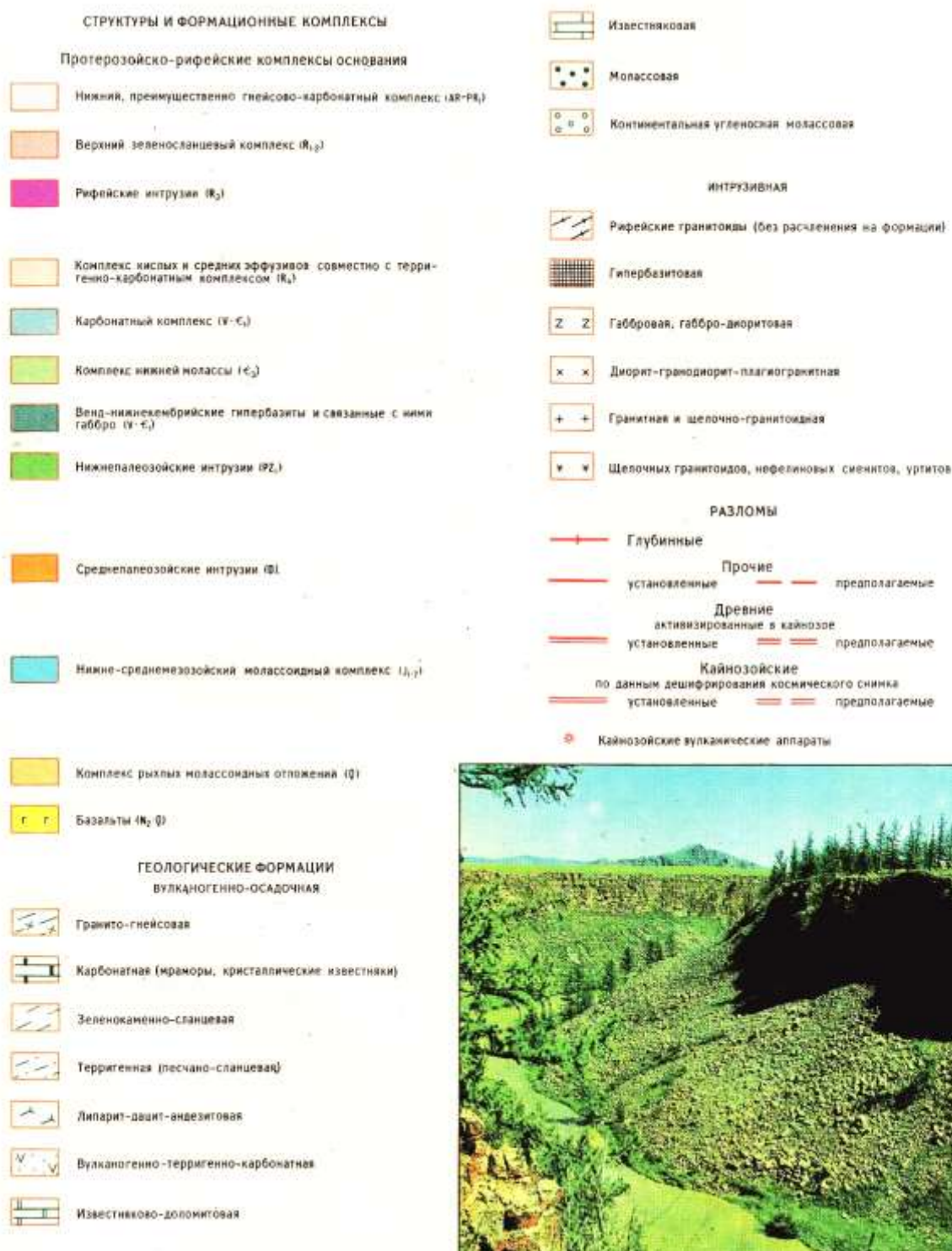
**Рис. 5.** Второй вариант геологической схемы Прихубсугуля (Кузнецов и др., 1973) с упрощением. Для улучшения восприятия схемы в настоящей статье сделана ее раскраска. На схеме отчетливо различаются комплексы пород, слагающие восточное и западное побережье средней и южной частей оз. Хубсугул.

**Fig. 5.** The second version of the geological scheme of the Khovsgol region (Kuznetsov et al., 1973) with simplification. To improve the scheme perception in this paper, it has been colored. The sketch map clearly shows the rock complexes that make up the eastern and western coasts of the middle and southern parts of Lake Khovsgol.





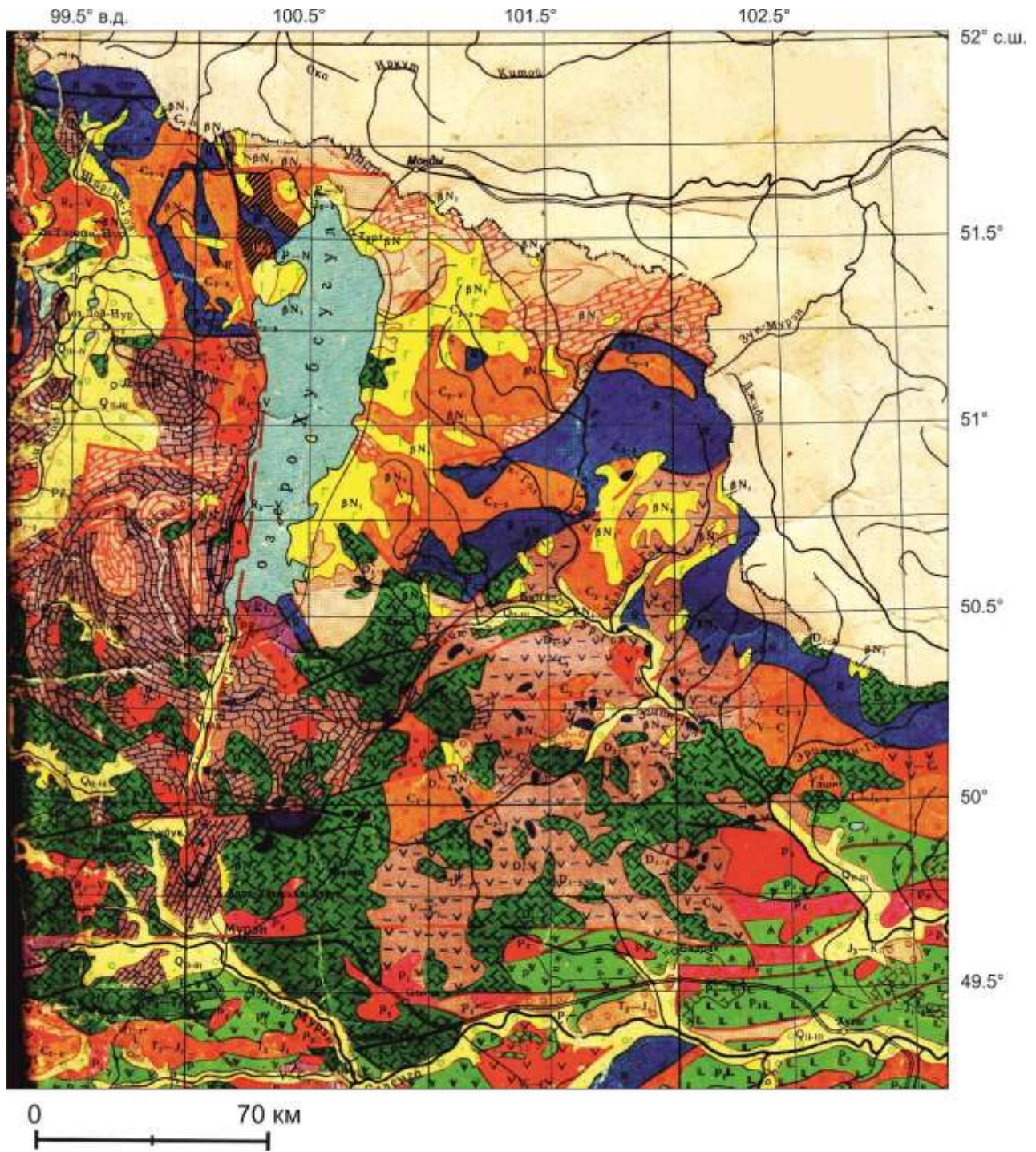







**Рис. 6.** Тектоническая карта Прихубсугулья, выполненная в масштабе 1:1000000 с врезкой тектонического районирования (Атлас..., 1989) (с изменениями). Эта версия карты существенно отличается от первой и второй версий геологических схем рис. 4 и 5.

**Fig. 6.** Tectonic map of the Khovsgol region, compiled at a scale of 1:1000000, with insert of tectonic zoning (Atlas..., 1989) (with modifications). This version of the map differs significantly from the first and second versions of the geological sketch maps of Figs. 4 and 5.



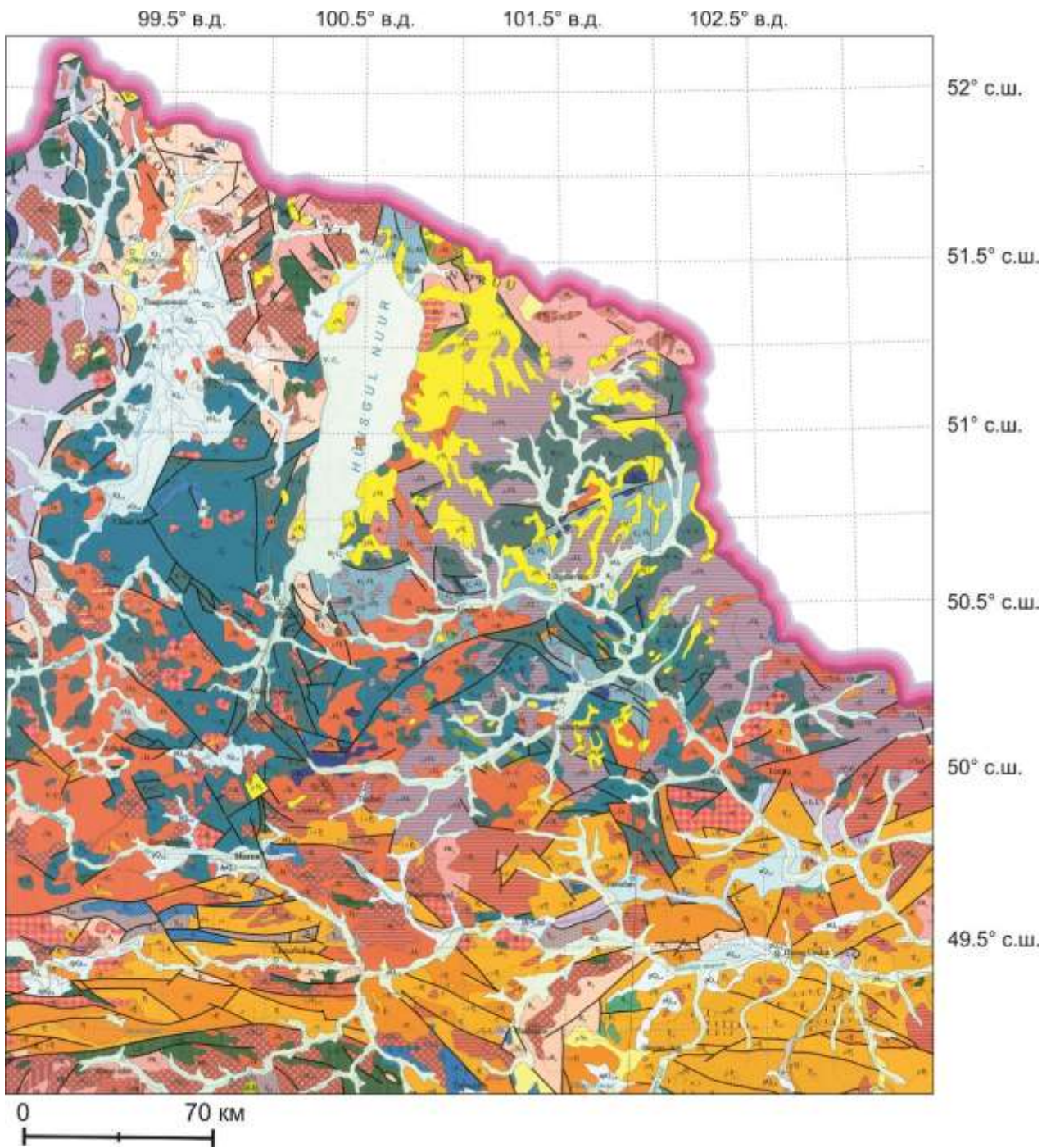


	осадочная формация, континентальная сероцветная песчано-щебнистая
	вулканическая формация, континентальная, преимущественно калиевых базальтоидов
	осадочная формация, континентальная, молассовая угленосная
	осадочная формация, континентальная, молассовая, угленосная
	плутоническая формация, континентальная, щелочных гранитов и сиенитов
	плутоническая формация, континентальная, гранит-лейкогранитовая с граносиенитами
	вулканическая формация, континентальная, базальт-трахибазальт-трахиандезитовая и трахибазальтовая
	вулканическая формация, континентальная, андезит-риолит-трахириолитовая, трахиандезитовая
	вулканическая формация, континентальная, контрастная вулканическая
	вулканическая формация, континентальная, андезит-риолит-трахириолитовая, трахиандезитовая
	плутоническая формация, континентальная, гранит-лейкогранитовая с граносиенитами
	плутоническая формация, континентальная, нефелиновых и псевдолейцитовых сиенитов
	плутоническая формация, переходная, гранодиоритовая
	осадочная формация, переходная, карбонатно-терригенная с вулканитами
	осадочная формация, переходная, терригенная
	вулканическая формация, переходная, базальтовая, андезит-базальтовая, андезитовая
	осадочная формация, переходная, карбонатная (орогенная) и кремнисто-карбонатная (хемогенная)
	осадочная формация, континентальная, песчано-алевролитовая (местами с кислыми эффузивами)
	осадочная формация, океаническая, зеленосланцевая, местами с черными сланцами
Дорифейские образования	
	гнейс-амфиболиты с гранулитами
	нерасчлененные докембрийские интрузивные породы
	карбонат-кварциты с амфиболитами и гнейсами

**Рис. 7.** Северный фрагмент карты геологических формаций Монгольской народной республики (1989). Карта составлена в масштабе 1:1500000 под ред. А.Л. Яншина в рамках работ Совместной советско-монгольской научно-исследовательской экспедиции.

**Fig. 7.** Northern fragment of the Map of Geological Formations of the Mongolian People's Republic (1989). The map was compiled at a scale of 1:1,500,000 under the editorship of A.L. Yanshin as part of the work of the Joint Soviet-Mongolian Scientific Research Expedition.





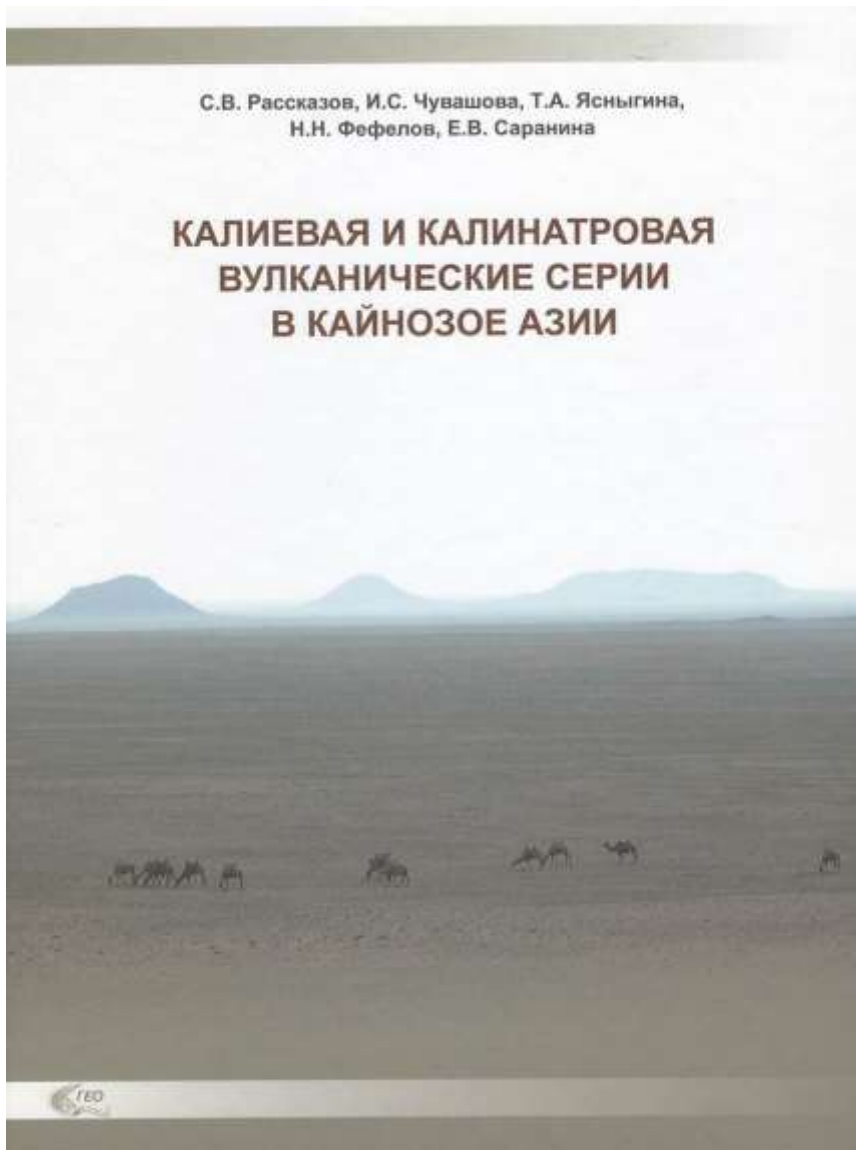


$a, IQ_4$	верхнечетвертичные аллювиальные озерные отложения
$l, dpQ_{3,4}$	средне- верхнечетвертичные делювиально-пролювиальные озерные отложения
$gQ_3$	среднечетвертичные ледниковые отложения
$Q_{2,3}$	среднечетвертичные отложения
$\beta Q_1$	нижнечетвертичные базальты и базальтоиды
$\beta N_2$	средненеогеновые базальты и базальтоиды
$\beta N_1$	нижненеогеновые базальты и базальтоиды
$J_2$	верхнеюрские отложения
$J_{1,2}$	нижне- и среднеюрские отложения
$\alpha T_1, J_1$	верхнетриасовые-нижнеюрские андезиты
$T_{2,3}$	средне- и верхнетриасовые отложения
$l, dpP$	среднепермские пикробазальты (?)
$P_2$	среднепермские базальты ( $\beta$ ), комендиты ( $\tau\lambda$ ), щелочные граниты ( $\epsilon\gamma$ )
$\gamma P$	среднепермские граниты
$\epsilon\gamma P_1$	среднепермские щелочные граносиениты
$P_{1,2}$	нижне- и среднепермские отложения
$\alpha, \lambda P_1$	нижнепермские андезиты, риолиты
$K$	нижнемеловые отложения
$\epsilon\gamma D_2$	среднедевонские щелочные граниты
$\gamma D_1$	среднедевонские граниты
$\alpha S-D_1$	силурийские-нижнедевонские андезиты
$S$	силурийские отложения, нерасчлененные
$\gamma \delta O_1$	среднеордовикские гранодиориты
$C_1, -O_1$	нижнекембрийские-нижнеордовикские отложения, нерасчлененные
$\gamma \delta C$	средне- и верхнекембрийские гранодиориты
$C_{1,2}$	нижне- и среднекембрийские отложения
$\gamma \delta C$	нижнекембрийские габбро, нориты, диориты
$C_1$	нижнекембрийские отложения
$l, \alpha V-C$	венд-нижнекембрийские базальты, андезиты
$\gamma R_1$	верхнерифейские граниты
$\alpha R$	верхнерифейские дуниты
$\beta, \lambda, \alpha R_1$	верхнерифейские базальты, риолиты, андезиты
$R_{2,3}$	средне- и верхнерифейские отложения
$R_2$	среднерифейские отложения
$\alpha vV$	вендские габбро, дуниты
$PR_1$	нижнепротерозойские нерасчлененные отложения
$vPR_1$	нижнепротерозойские граниты



Первый автор настоящей статьи (С.В. Рассказов) начал преподавать на геологическом факультете ИГУ в 2002 г. и последующие годы проводил полевые работы в Монголии. Второй автор (И.С. Чувашова) поступил на геологический факультет ИГУ в 2001 г. и начиная с 2004 г. принимал участие в полевых работах на территории Монголии, а с 2010 г. начал преподавать на факультете. Выводы о пространственно-временных закономерностях распределения вулканизма Центральной Монголии были представлены в

коллективной монографии (Рассказов и др., 2012) (рис. 10), изданной за счет средств, полученных преподавателями геологического факультета ИГУ в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, государственный контракт № 11736 от 29.05.2010 г. Работы по кайнозойскому вулканизму соответствовали плану НИР ИЗК СО РАН и частично проводились за счет дополнительных средств геологического факультета ИГУ.



**Рис. 10.** Обложка монографии (Рассказов и др., 2012), изданной за счет дополнительных средств геологического факультета ИГУ. На заднем плане высятся вулканические и субвулканические постройки Средней Гоби.

**Fig. 10.** Cover of the monograph (Rasskazov et al., 2012), published with additional funds from the Geological Faculty of Irkutsk State University. Volcanic and subvolcanic edifices of the Middle Gobi rise in the background.



В монографии (Рассказов и др., 2012) обозначены пространственно-временные закономерности вулканизма Прихубсугулья в связи с развитием вулканизма Хангая. В Центральном Прихубсугулье выделены вулканические интервалы 22–17 и 10.2–7.8 млн лет назад, в районах северной и южной оконечностей впадины – промежуточные вулканические эпизоды ~16.4, 14–11 млн лет назад (на юге – ~5.4 млн лет назад). В Восточном Хангае датированы лавы миоценового вулканического интервала, извергавшиеся на Цэцэрлэгском поле 17.0–9.7 млн лет назад, и миоцен-четвертичного, извергавшиеся на Верхне-Орхонском поле 9.6–2.1 млн лет назад. Около 9.7–9.6 млн лет назад вулканизм резко перераспределился с Цэцэрлэгского поля на Верхне-Чулутынское.

Анализ распределения датированных лав в ярусном рельефе показал распространение вулканизма обширных территорий Центральной Монголии и Восточного Саяна в интервале 22–17 млн лет назад с началом вертикальных движений в Байкальской рифтовой системе. Завершение этого вулканизма в Центральном Прихубсугулье совпало с началом вулканизма Цэцэрлэгского поля Восточного Хангая, а начало вулканического интервала 10.2–7.8 млн лет назад Центрального Прихубсугулья – с пространственным перераспределением вулканизма от Цэцэрлэгского поля на Верхне-Чулутынское.

Обращалось внимание на асинхронность миграции вулканизма в субмеридиональном направлении. В вулканической миграции на территории Южной Гоби – Восточного Хангая выявились импульсы высококалиевого магматизма в интервалах 41–21 и <20 млн лет назад. Средняя скорость вулканической миграции составляла около  $1 \text{ см} \times \text{год}^{-1}$ . В качестве исходной точки пространственно-временного смещения извержений в Прихубсугулье служило Муренское вулканическое поле с интервалом K–Ar датировок 27–25 млн лет. Вулканизм смещался через центральную часть будущей впадины оз.

Хубсугул (интервал 21.5–17.5 млн лет назад) в Северное Прихубсугулье (интервал 16.5–14.0 млн лет назад) со средней скоростью около  $2 \text{ см} \times \text{год}^{-1}$ . Еще один вулканический импульс был инициирован около 17.5 млн лет назад в 70 км западнее Мурэнского вулканического поля со смещением извержений в Юго-Восточное Прихубсугулье около 14 млн лет назад с более высокой скоростью ( $4\text{--}5 \text{ см} \times \text{год}^{-1}$ ). Позже, в интервале 10.2–7.8 млн лет назад, вулканизм сосредоточился в субмеридиональной зоне, простиравшейся вдоль всей Хубсугульской впадины (см. рис. 9б).

Смена магматических источников под Цэцэрлэгским и другими полями Восточно-Хангайского ареала интерпретировалась как следствие Индо-Азиатской постколлизийной конвергенции. Угасание вулканизма Центрального Прихубсугулья во временном интервале 17–10 млн лет назад рассматривалось как следствие противоположного эффекта постколлизийных конвергентных процессов.

Впадина оз. Хубсугул формировалась с 10 млн лет назад (Rasskazov et al., 2003), одновременно с правосторонними смещениями в Чулутынской зоне, обеспечившими продвижение Хангайского нагорья к северу относительно хр. Восточный Хангай и Орхон–Селенгинского среднегорья. Эти смещения сопровождалась вулканической деятельностью Верхне-Чулутынского и Тарят-Чулутынского полей, которые по временным вариациям калия в диапазоне от 0.8 до 4.8 мас. % разделились на три временных интервала: 9.6–7.4, 7.1–4.0 и 4.8–2.1 млн лет назад. В течение первого интервала вулканизм отсутствовал на Тарят-Чулутынском поле, но получил развитие в Центральном Прихубсугулье. Этот интервал соответствовал обстановке структурной перестройки и либо сопровождал начало движений в Чулутынской зоне, либо предшествовал этим движениям. Два других интервала были обозначены отчетливыми чередующимися фазами

конвергентного и рифтового вулканизма. В Центральном Прихубсугулье вулканизм отсутствовал.

С учетом противofазных соотношений извержений в Восточном Хангае и Центральном Прихубсугулье во временном интервале 22–8 млн лет назад, эти территории рассматривались как типовые для орогенной и радиально-рифтовой структурных обстановок, связанных с Индо-Азиатской конвергенцией. Движение Хангайского нагорья к северу сопровождалось сжатием в его фронтальной части. Хубсугульский и Дархатский субмеридиональные рифты оформились в последние 10 млн лет как радиальные структуры этого орогена, испытывающие поперечное растяжение, подобно растяжению Верхне-Рейнского рифта и другим субмеридиональных структур Западно-Европейской рифтовой системы, сформировавшихся во фронте Альпийского орогена. Сходная обстановка этих рифтовых систем подчеркивалась авулканичностью центральных частей их впадин и распределением вулканизма в виде поперечных (субширотных) зон, проходящих через структурные окончания впадин (Расказов и др., 2012).

В восточной части Тункинской долины, вблизи Байкала, находятся Камарская и Еловская группы вулканических полей, от которых к югу протягивается трансхамардабанская вулканическая полоса, включающая Джидинскую группу полей. Западнее выделяются группы полей центра Селенгинского бассейна: Угейнурское, Селенгинское, Нижнеорхонское и Хануйское. Южнее располагаются Восточнохангайская и Долиноозерская группы. Отдельно рассматриваются Верхнечулутынское и Тарят-Чулутынское поля субмеридиональной Чулутынской зоны трансенсии. Дивергентные (рифтогенные) импульсы вулканизма инициировались в восточной части Тункинской долины от оси Японско-Байкальского геодинамического коридора (ЯБГК) и распространялись к югу и юго-западу через Селенгинский бассейн во временных интервалах 18–11 млн лет назад,

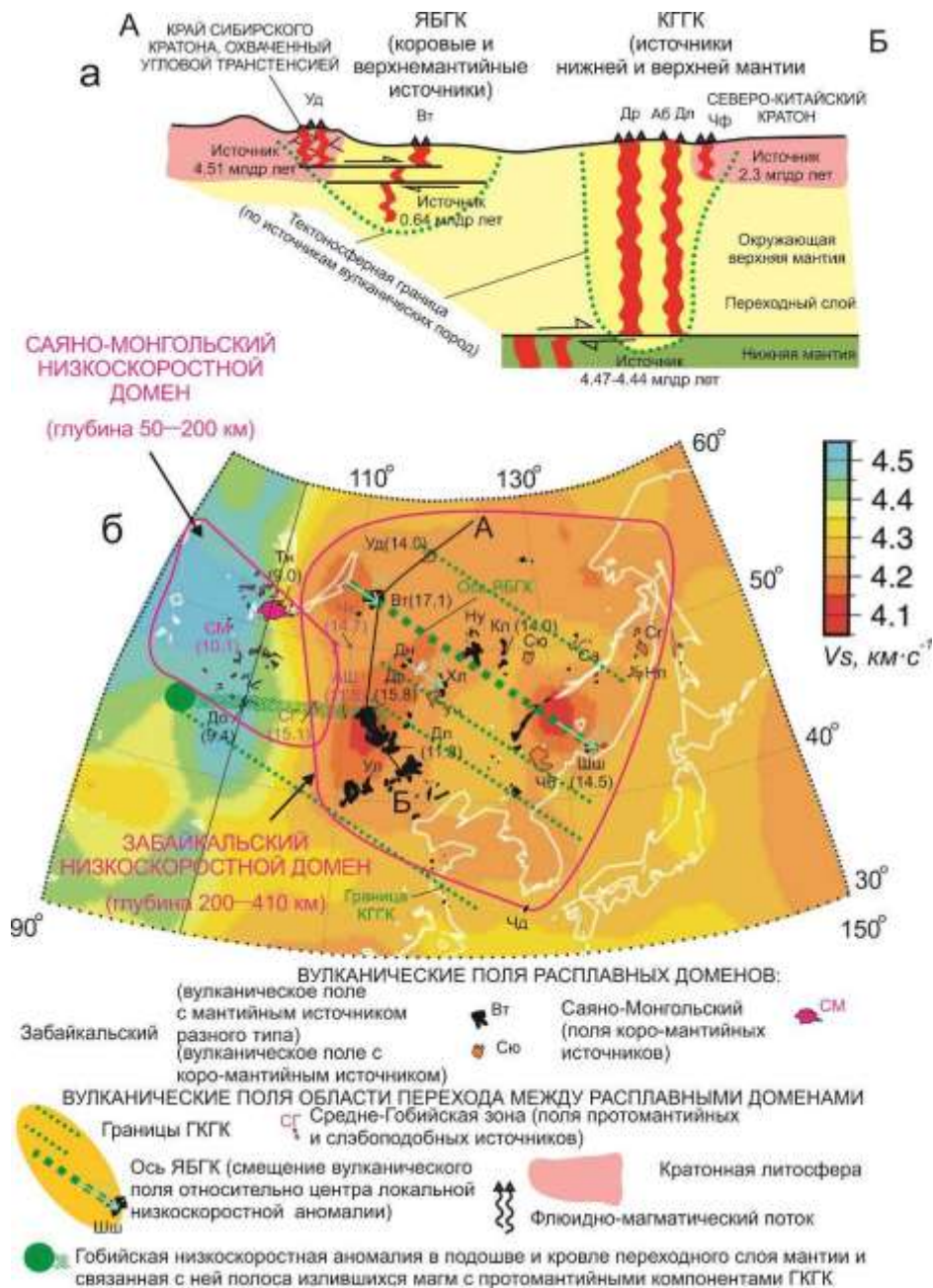
7.0–4.5 млн лет назад, а также в конце квартера. Процессы Индо-Азиатской конвергенции вызывали смещение вулканизма с юга на север, вдоль субмеридиональной Чулутынской зоны трансенсии, во временных интервалах 10.0–7.0 млн лет назад и в последние 4.5 млн лет.

Для анализа пространственно-временных вариаций поступления магматических расплавов из разных мантийных источников применялись различные геохимические критерии. В работе (Расказов и др., 2012) в качестве определяющего параметра магматической серии, вслед за В.В. Кепежинским (1979) и А.Я. Салтыковским, Ю.С. Геншафтом (1985), принималось содержание калия и отношение  $K_2O/Na_2O$  (мас. %). Различались калиевая, калинатровая и натровая серии. В Центральной Монголии была выведена квазипериодичность вариаций калия, составляющая 10–20 млн лет в позднем мелу и кайнозое (в интервале последних 90 млн лет) и наложение квазипериодов 2.5 млн лет в позднем кайнозое (в последние 25 млн лет) и квазипериодов 300–700 тыс. лет в квартере (в последние 2 млн лет). Сделан вывод о начале новейшего геодинамического этапа около 90 млн лет назад и о позднекайнозойском проявлении в активизации источников вулканизма великих циклов эксцентриситета орбитального вращения Земли.

Определен еще один важный параметр, несущий информацию о характере мантийных источников разных районов Монголии – концентрация MgO в вулканических породах. На обширной территории Центральной Монголии установлено содержание этого оксида, не превышающее 10 мас. %. Следовательно, потенциальная температура выплавки составляет не более 1300 °C. В мантии Центральной Монголии скорости S-волн снижаются в глубинном интервале 50–200 км, а на более глубоком уровне снижение скорости не происходит (Yanovskaya, Kozhevnikov, 2003). Мантийные источники вулканических пород должны рассматриваться как производные Саяно-Монгольского низкоскоростного

домена интервала глубин 50–200 км. В отличие от вулканических пород Центральной Монголии, в Восточной Монголии, на поле Дариганга, распространены породы (базаниты) с содержанием MgO до 15.8 мас. %. Для этих пород рассчитывается потенциальная температура магмогенерации до 1500 °С.

На этой территории по низким скоростям S-волн выделяется Забайкальский домен глубинного интервала 200–410 км. Мантийные источники вулканических пород относятся к более глубокой мантии, чем в Центральной Монголии (рис. 11).

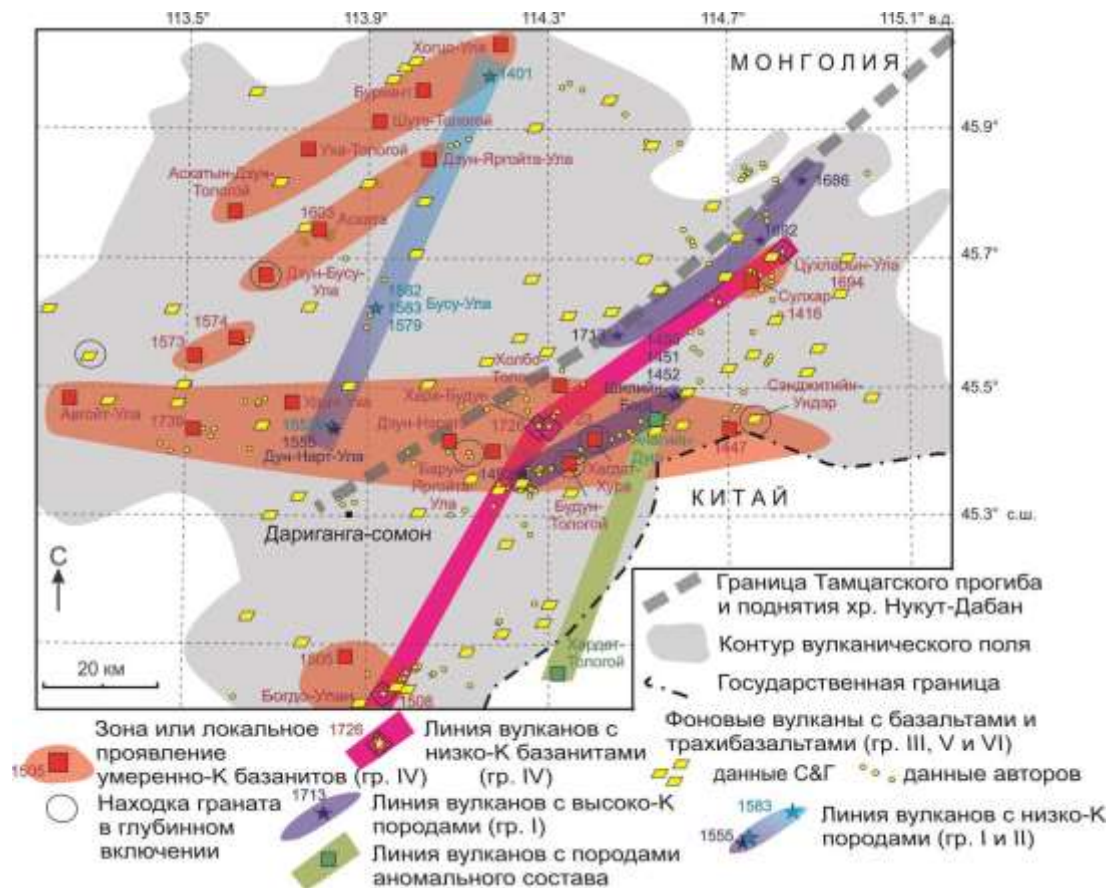


**Рис. 11.** Схема активизации тектоносферы в источниках вулканических пород вдоль профиля АБ от Сибирского до Северо-Китайского кратона (а) и соотношение вулканических полей Японско-Байкальского геодинамического коридора (ЯБГК), производных источников малых глубин верхней мантии, и вулканических полей Корейско-Гобийского геодинамического коридора (КГГК), производных более глубинных источников, включая нижнемантийные (б). Вулканические поля ЯБГК (в скобках приводится максимальное содержание MgO, мас.%): Вт – Витимское, Уд – Удоканское, Ну – Нуоминхе, Кл – Келуо, Сю – Сюнке, Са – Средне-Амурское, Сг – Совгаванское, Нл – Нельминское, Шш – Шкотовско-



Шуфанское, Чб – Чангбай, Уч – Учагоу, Хл – Халаха, Дн – Далайнорское. Вулканические поля КГГК (в скобках приводится максимальное содержание MgO, мас.% в породах поля): До – Долиноозерское, СГ – Среднегобийское (Мандалгобийское и Ундершилское), АШ – Алтан-Ширэ, Др – Даригангское, Дл – Дайлинорское, Ул – Уланхада, Чд – Чеджу. СМ – Саяно-Монгольские вулканические поля одноименного низкоскоростного домена. Чк – Чикойское вулканическое поле пространственного перехода от менее глубинного (Саяно-Монгольского) домена к более глубинному (Забайкальскому). Гобийская низкоскоростная аномалия и связанная с ней субширотная полоса излившихся магм с протомантийными компонентами обозначают северную границу КГГК, вдоль которого распределяются вулканические поля излившихся магм с протомантийными компонентами Уланхада, Чеджу и, возможно, другие. В качестве основы используется срез скоростей S-волн на глубине 250 км в сейсмотомографической модели (Yanovskaya, Kozhevnikov, 2003).

**Fig. 11.** Scheme of tectonosphere reactivation in volcanic rock sources along the АВ profile from the Siberian to the North China Craton (a) and relationship between volcanic fields of the Japan–Baikal Geodynamic Corridor (JBGC), derivatives of shallow upper mantle sources, and those of the Gobi–Korean Geodynamic Corridor (GKGC), derivatives of deeper sources, including lower mantle ones (b). Volcanic fields of the JBGC (maximum MgO contents, wt.% are given in brackets: Вт – Vitim, Уд – Udokan, Ну – Nuominhe, Кл – Keluo, Сю – Xunke, Са – Middle Amur, Сг – Sovgavan, Нл – Nelma, Шш – Shkotovo-Shufan, Чб – Changbai, Уч – Wuchagou, Хл – Halaha, Дн – Dalainor. Volcanic fields of the GKGC (maximum MgO content, wt.% in rocks of some fields is given in brackets): До – Dolina Ozer, СГ – Middle Gobi zone (Mandalgobi and Undershil), АШ – Altan-Shire, Др – Dariganga, Дл – Dalinuoe, Ул – Wulanhada, Чд – Jeju. СМ – Sayan-Mongolian volcanic fields of the low-velocity domain with the same name. Чк – Chikoy volcanic field of the spatial transition between the shallow (Sayan-Mongolian) domain and the deeper (Transbaikal) one. The Gobi low-velocity anomaly and the associated west-east band of erupted magmas with proto-mantle components mark the northern boundary of the GKGC, along which volcanic fields of erupted magmas with proto-mantle components of Wulanhada, Jeju and, possibly, others are distributed. The S-wave velocity level at a depth of 250 km in the seismotomographic model after (Yanovskaya, Kozhevnikov, 2003) is used as a basis.



**Рис. 12.** Схема пространственного распределения вулканов типа Асхатэ с умеренно-калийными базанитами (IV группа), Хара-Будунского типа с низкокалийными базанитами (IV

группа), Шилийн-Богдского типа с породами I группы и Дун-Нарт-Улинский типа с породами II группы. Породы аномального состава линии Хардат-Тологой – Ачагийн-Душ содержат 7.8–11.2 мас. % MgO при  $La/Yb = 11.8–15.2$ . Для обозначения фоновых вулканов с базальтами и трахибазальтами (группы III, V и VI) используются данные по петрогенным оксидам S&G (Генштафт, Салтыковский, 1990; Салтыковский, Генштафт, 1984, 1985).

**Fig. 12.** Scheme of spatial distribution of volcanoes: Askhate type with moderate-K basanites (group IV), the Khara-Budun type with low-K basanites (group IV), Shiliin-Bogd type with rocks of group I, and Dun-Nart-Ula type with rocks of group II. Rocks of the anomalous compositions from the Hardat-Tologoy – Achagiin-Dush line contain 7.8–11.2 wt % MgO at  $La/Yb = 11.8–15.2$ . To designate background volcanoes with basalts and trachybasalts (groups III, V, and VI) off sampling sites, major oxide data after S&G (Genshaft, Saltykovsky, 1990; Saltykovsky, Genshaft, 1984, 1985) are used.

В рамках выполнения задач по проекту геологического факультета ИГУ в 2009–2012 гг. исследовались вулканические поля Средней Гоби, в том числе вулканические поля пограничных территорий с Северным Китаем: Даригангское и Нумрэгское. По нескольким сотням отобранных образцов больше 10 лет выполнялись различные виды аналитических исследований. К 2024 г. совокупность всех данных по Даригангскому полю была интерпретирована с учетом специфики состава вулканических пород (Rasskazov et al., 2024; Рассказов и др., 2024а,б) (рис. 12).

На рис. 12 пространственно разделяются зоны и линии построек с породами групп I, II и IV. Северо-восточная зона базанитовых вулканов простирается на западной окраине вулканического поля вдоль Тамцагского кайнозойского предгорного прогиба, образовавшегося вдоль хр. Нукут-Дабан. Субширотная зона пересекает этот структурный ансамбль. Индивидуальность субширотной зоны базанитов подчеркивается распространением в породах ее вулканов мегакристаллов граната и гранат-содержащих перидотитовых ксенолитов, которые отторгались с более глубокого уровня литосферы, чем безгранатовые перидотитовые ксенолиты. Для базанитовых вулканов северо-восточной зоны гранат во включениях в целом не характерен. Его находки известны только на вулканах Авгойт-Ула и Дзун-Бусу-Ула, пространственно тяготеющих к взаимному пересечению северо-восточной и субширотной зон базанитовых вулканов.

Самый высокий вулкан Шилийн-Богд Даригангского поля находится в средней (расширенной) части северо-восточной зоны вулканических построек, включающих породы

гр. I. Эта зона протягивается в виде двух кулис на общее расстояние 85 км от безымянной постройки на юго-западе (MN-09-1492) до вулканического покрова (MN-10-1686) на северо-востоке. Породы гр. I обнаружены в этой зоне, кроме названных трех построек, еще на двух вулканических конусах без названий (Mn-10-1692, Mn-10-1713).

Ближе к западной части ДВП намечается ССВ линия вулканов с породами групп I и II. Ее протяженность около 70 км. Породы обеих групп обнаружены только на вулкане Дун-Нарт-Ула, расположенном на ЮЮЗ окончании линии (тефрит Mn-09-1553K и фонтотефрит Mn-09-1555). На вулкане Бусу-Ула центральной части зоны (Mn-09-1579, Mn-09-1582 и Mn-09-1583) и в покрове ССВ окончания линии (Mn-09-1401) представлены тефриты и трахибазальты гр. II.

Вулкан с породами гр. I на южном окончании СВ зоны (MN-09-1492) пространственно соответствует южному краю субширотной базанитовой зоны, а вулкан Шилийн-Богд – ее северному краю. В многочисленных опробованных постройках, расположенных между вулканами MN-09-1492 и Шилийн-Богд, встречены базаниты и гранат-содержащие глубинные включения, но пород тефрит-фонотефритового состава (гр. I) на этих постройках не обнаружено. Три других вулкана СВ зоны с породами гр. I (Mn-10-1692, Mn-10-1713 и MN-10-1686) распределяются вдоль структурной границы поднятия хр. Нукут-Дабан и Тамцагского предгорного прогиба. Вулканы Сулхар и Цухларын-Ула, включающие базаниты, пространственно соответствуют центральной части линии вулканов с породами гр. I. Что касается линии вулканов с породами групп I и II, ее ССВ

окончание пространственно совпадает с СВ окончанием СВ зоны базанитов Авгойт-Ула – Хогцо-Ула, а ЮЮЗ окончание соответствует субширотной зоне базанитов Авгойт-Ула – Сэнджитийн-Ундэр. Линия вулканов Хардат-Тологой – Ачагийн-Душ с аномальными составами пород протягивается вдоль государственной границы в направлении ССВ и в целом согласуется с простираем линий вулканов других петрогенетических групп–маркеров.

В позднекайнозойских вулканических породах пограничной территории Юго-Восточной Монголии и Северного Китая выявлена смена мантийных источников вдоль 500-километровой вулканической зоны Дариганга–Чифэн. На поле Чифэн южного окончания зоны определены компоненты мантии кия Северо-Китайского кратона, тогда как в ее северной и центральной частях – преимущественно компоненты астеносферно-литосферной границы. Наиболее широкий спектр мантийных компонентов обозначен на поле Дариганга северного окончания зоны, где во временном интервале 10–5 млн лет назад извергается материал остаточного слэба, производный высокотемпературной (адиабатической) и низкотемпературной (флюидной) магмогенерации, а в последние 5 млн лет поступал материал высокотемпературной (адиабатической) магмогенерации в ОИВ-подобном источнике, сменяющийся материалом низкотемпературной (флюидной) магмогенерации в источнике закристаллизовавшегося магматического океана ранней Земли (см. рис. 11а).

При изучении вулканизма Монголии исследовались также геохимические критерии различия ОИВ-подобных (подобных базальтам океанических островов) и отличных от ОИВ компонентов. Предполагалось, что ОИВ-подобный состав имеют компоненты источников глубокой части мантии, а отличаются от ОИВ компоненты литосферы и компоненты, подобные материалу остаточных слэбов. Литосферные компоненты выявлялись по отклонению фигуративных точек от направления ОИВ+MORB на диаграмме Th/Yb – Ta/Yb, компоненты, подобные материалу остаточных слэбов, – по снижению отношения K/Ta на диаграмме K/Ta – La/Ta.

Литосферные компоненты были идентифицированы на всех вулканических полях Центральной Монголии, за исключением Верхне-Чулутынского и Тарят-Чулутынского полей субмеридиональной Чулутынской зоны. Слабоподобные компоненты были выявлены в породах Даригангского вулканического поля.

Использование изотопов Nd и Sr для систематики источников вулканических пород Монголии в общем показало сложные соотношения между компонентами и неоднозначность выполненных построений. Прорыв в систематике источников произошел, когда их происхождение было рассмотрено в терминах возраста протолитов, рассчитанных по изотопным отношениям Pb. Pb-изотопные данные по позднефанерозойским базальтам всей Азии показали, что протолиты их источников формировались в течение всей истории Земли со времени ее возникновения в Солнечной системе – события CAI (Ca–Al inclusions) 4.5673 млрд лет назад. С точки зрения радиоизотопной оценки времени инкубации каждого исходного протолита интерпретация состава вулканических пород приобрела смысл компонента геологической истории Земли. Было установлено отсутствие в Азии позднефанерозойских пород с высокими значениями  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , предполагающее отсутствие континентального резервуара конечного члена HIMU в азиатских мантийных доменах, в которых были выделены компоненты LOMU (низкий  $\mu$ ) и ELMU (повышенный  $\mu$ ). Происхождение LOMU связывалось с существованием гадейского магматического океана, затвердевшего 4.54–4.51 млрд лет назад, а ELMU – с запаздыванием его затвердевания до 4.44 млрд лет назад. Для пород вулканических полей Азии были определены мантийные компоненты широкого возрастного диапазона ранней, средней и поздней мантийных геодинамических эпох Земли (Rasskazov et al., 2020).

### Обсуждение

Итак, три важных направления работ преподавателей геологического факультета ИГУ на территории Монголии можно считать состоявшимися.



Первое направление состоялось благодаря авторитету Н.А. Флоренсова, который он имел в 1940–1950-х гг. Преподаватели геолого-почвенно-географического (а затем геологического) факультета были в центре формирования научного мировоззрения по разным геологическим направлениям, получившим развитие в Восточной Сибири. Исследования 1957–1958 гг. последствий Гоби-Алтайского землетрясения, произошедшего в Монголии 4 декабря 1957 г., привело к открытию Н.А. Флоренсовым и В.П. Солоненко научного направления – палеосейсмогеологии. Эти работы послужили толчком для перехода обоих исследователей от преподавания в ИГУ в Восточно-Сибирский филиал АН СССР. Идея использовать новообразованные сейсмодислокации для оценки прошедших сейсмических событий территории по подобным структурам геологического прошлого было со временем дополнено американскими палеосейсмогеологами вскрытием и датированием событий методом  $^{14}\text{C}$ . К настоящему времени эти работы превратились в рутинный метод изучения активности разломов.

Второе направление имело успех благодаря возникшему сотрудничеству между Иркутским и Монгольским государственными университетами. В 1970-х годах были организованы работы геологической группы Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской экспедиции, направленные в основном на составление геологической карты Прихубсугулья. Преподавателями геологического факультета Г.А. Кузнецовым, В.А. Сульдиным и др. решались производственные задачи оценки перспектив территории на фосфориты и бокситы. Эти работы имели практический смысл и создали основу для исследований гидрогеологов, палеосейсмогеологов, биологов, почвоведов, химиков и других специалистов Иркутского и Монгольского государственных университетов, принимавших участие в работах экспедиции. Хотя в 1980-х и последующих годах геологическая карта Прихубсугулья существенно уточнялась (Атлас..., 1989; Карта..., 1989; Geological map..., 1999), почвоведы ИГУ до сих пор предпочитают использовать первый

вариант прочтения геологической структуры Северной Монголии Г.А. Кузнецовым и его соавторами (Мартынова, 2017).

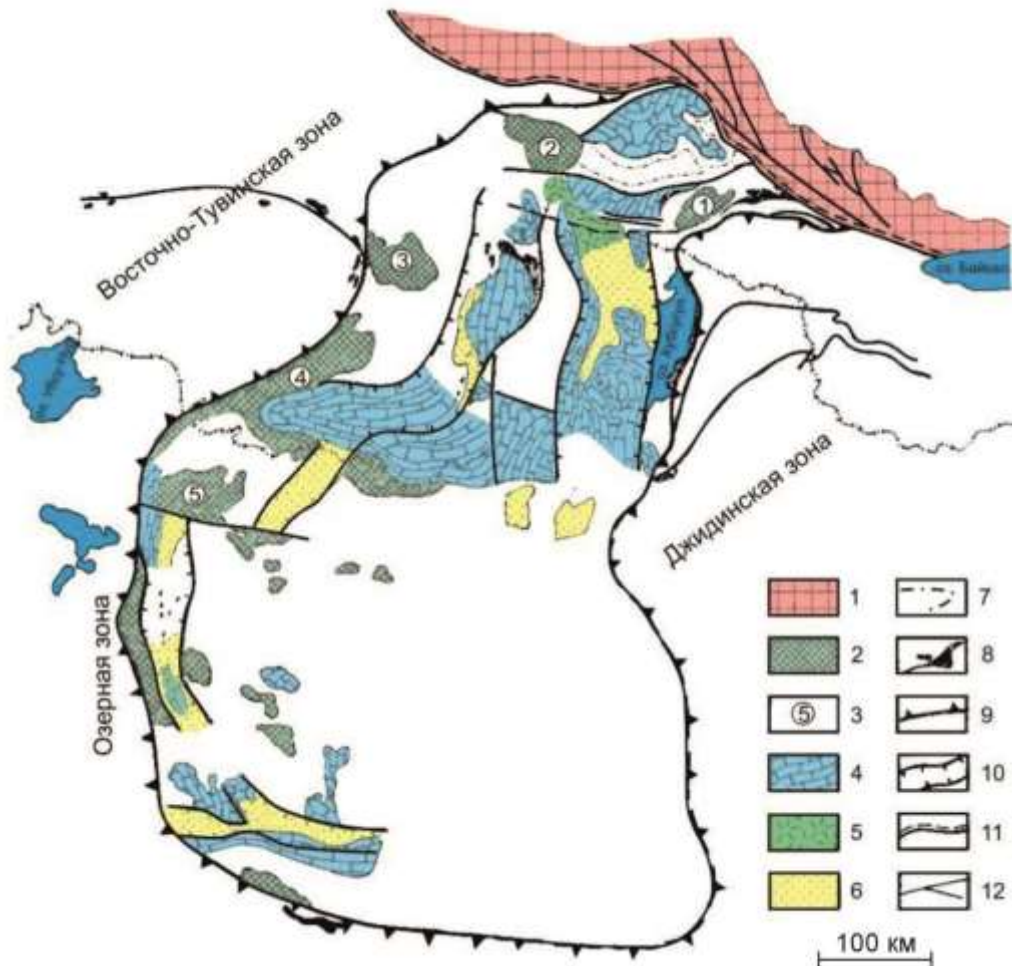
Работы в Северной Монголии подчеркнули значение Окино-Хубсугульского разлома, протягивающегося вдоль Хубсугульской впадины. Вдоль разлома обозначалась восточная граница Тувино-Монгольского массива, имеющего рифейский фундамент и венд-кембрийский осадочный чехол (Ильин, 1971а). По палеомагнитным данным (Диденко и др., 1994) массив интерпретировался как осколок Восточной Гондваны, дрейфовавший по Палеоазиатскому океану в позднем докембрии. При выделении Боксон-Хубсугул-Дзобханского палеомикроконтинента его восточная граница (структурный шов) была несколько сдвинута к восточному берегу оз. Хубсугул (Беличенко, Боос, 1988) (рис. 13). Фундамент Тувино-Монгольского массива как единого литосферного блока, расположенного между Джидинской и Хамсаринской (Восточно-Тувинской) островодужными зонами, подтверждается наличием аномалии Dupal в источниках кайнозойских базальтов, которая отсутствует в источниках кайнозойских базальтов, извергавшихся в пределах фланговых Джидинской и Хамсаринской зон.

В 2000-х годах пришло время изучения кайнозойского вулканизма Монголии на основе радиоизотопного датирования и представительного элементного и изотопного анализа вулканических пород. По источникам кайнозойских вулканических пород на территории Монголии были разработаны представления о пространственно-временных изменениях в Азии на новейшем геодинамическом этапе эволюции Земли с выяснением происхождения деформаций литосферы в Байкальской рифтовой системе в связи с развитием процессов Забайкальского и Саяно-Монгольского мантийных доменов в Японско-Байкальском геодинамическом коридоре и по его латерали, в более глубоком геодинамическом коридоре – Корейско-Гобийском.

Был сделан вывод о том, что пространственно-временная миграция вулканизма юго-западной части Байкальской рифтовой

системы характеризует деформации литосферы под действием двух силовых источников: дивергентного (байкальского, производного осевой части ЯБГК) и конвергентного (чулутынского, производного Индо-Азиатского взаимодействия). Выяснилось также, что дивергентные и конвергентные силы

определяют не только длительные процессы, запечатленные во времени и пространстве в квазипериодических вулканических импульсах, но и современные короткопериодные деформации коры, реализующиеся в сильных землетрясениях.



**Рис. 13.** Геологическая схема Боксон-Хубсугул-Дзабханского микроконтинента (Беличенко, Боос, 1988). 1 – краевой выступ фундамента Сибирского континента; 2 – выступы дорифейского фундамента микроконтинента; 3 – выступы: 1 – Гарганский, 2 – Шутхулайский, 3 – Каахемский, 4 – Западно-Сангиленский, 5 – Ханхухейский; 4 – венд-кембрийские карбонатные отложения (показаны современные выходы); 5 – бимодальные вулканиды; 6 – песчано-сланцевые отложения; 7 – осадочно-вулканогенные отложения ордовика – силура; 8 – гипербазиты; 9 – граница микроконтинента; 10 – границы рифтоподобных структур; 11 – зона сочленения Сибирского континента с Центрально-Азиатским поясом палеозойд; 12 – прочие разломы.

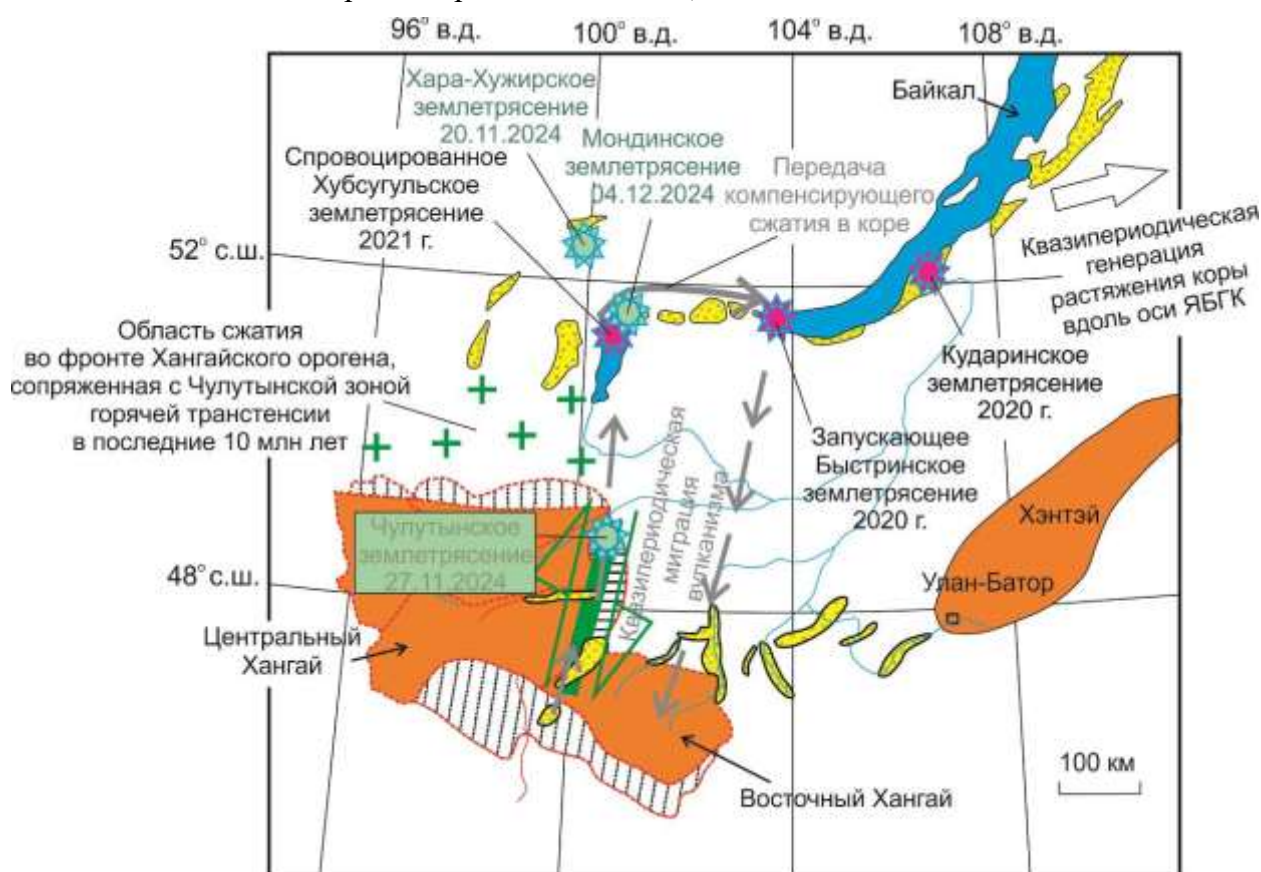
**Fig. 13.** Geological scheme of the Bokson-Khovgol-Dzabkhan microcontinent (Belichenko, Boos, 1988). 1 – marginal uplift of the Siberian continent basement; 2 – uplifts of the pre-Riphean basement of the microcontinent; 3 – uplifts: 1 – Gargan, 2 – Shutkhulai, 3 – Kaakhem, 4 – West Sangilen, 5 – Khankhukhey; 4 – Vendian-Cambrian carbonate layers (modern outcrops are shown); 5 – bimodal volcanics; 6 – sandy-shale deposits; 7 – sedimentary-volcanogenic deposits of the Ordovician-Silurian; 8 – hyperbasites; 9 – microcontinent boundary; 10 – boundaries of rift-like structures; 11 – zone of contact between the Siberian continent and Central Asian Paleozoic belt; 12 – other faults.

Хубсугульская, Дархатская и Бусийнгольская субмеридиональные впадины–

«подвески» (по Н.А. Флоренсову) представляют собой радиальные структуры

поперечного растяжения во фронте ядра Хангайского орогена. Сжатие вызвано его правосторонним смещением относительно Восточного Хангая и Орхон-Селенгинской седловины. Вулканизм квазипериодически мигрирует от Байкала к Восточному Хангаю и в противоположном направлении вдоль ядра Хангайского орогена. Горячая трансенсия маркируется вдоль Чулутынской зоны вулканической деятельностью во временном интервале 9.6–2.1 млн лет назад на Верхнечулутынском и Тарят-Чулутынском вулканических полях. Сжатие коры севернее радиальных впадин выражается в поднятии субширотного хр. Мунку-Сардык в последние 10 млн лет. Надвигание северных отрогов этого

хребта на Окинское плоскогорье после 2.6 млн лет ведет к прекращению вулканизма на плоскогорье около 2.1 млн лет назад. Сильные землетрясения 2020–2021 гг. (Быстринское, Кударинское и Хубсугульское) распределяются вдоль Южно-Байкальской впадины и Тункинской долины по механизму компенсации растяжения тонкой коры (35 км) Среднего Байкала сжатием толстой коры (54 км) Северного Прихубсугулья. Сильные и умеренные землетрясения конца 2024 г. (Хара-Хужирское, Чулутынское и Мондинское) распределяются вдоль ядра Хангайского орогена и вызываются механизмом его правостороннего сдвига с фронтальным сжатием (рис. 14).



**Рис. 14.** Схема геодинамики орогенных и рифтовых структур по распределению вулканизма в юго-западной части БРС с распространением интерпретации на сейсмические процессы 2020–2024 гг. Показаны впадины рифтовых сегментов и контуры орогенных провинций Хангая. Для хангайских морфоструктур использована геоморфологическая схема из работы (Корина, 1982). Эпицентры землетрясений 2020–2021 гг. и конца 2024 г. показаны по данным (Карта..., 2024).

**Fig. 14.** Scheme of geodynamics of orogenic and rift structures based on the distribution of volcanism in the southwestern part of the BRS with the extension of interpretation to seismic activity in 2020–2024. Basins of rift segments and contours of orogenic provinces of Hangay are shown. For the Hangay morphostructures, the geomorphological scheme from (Korina, 1982) is used. Earthquake epicenters of 2020–2021 and fall of 2024 are shown after (Map..., 2024).



Мы приходим к заключению, что полноценное изучение геологической эволюции юга Сибири фактически возможно только с анализом структур и геологических событий сопредельных территорий Монголии. Особенно важен такой анализ для оценки угрозы землетрясений в БРС. Состояние коры, реализовавшееся в землетрясениях 2020–2021 гг. центральной части рифтовой системы от Байкала до Хубсугула, сменяется в конце 2024 г. (т. е. во время подготовки статьи) состоянием, обеспечивающим сильные землетрясения на окончаниях этой структуры. Такое состояние отозвалось в Мондинском, Муйском и Гоби-Алтайском землетрясениях 1950-х гг. Последствия последнего из них изучались на юге Монголии Н.А. Флоренсовым и др. (Гоби-Алтайское землетрясение, 1963). Сильное Чулутынское землетрясение ( $K=13.9$ ) случилось 27 ноября 2024 г. в субмеридиональной зоне, для которой сильные землетрясения не характерны, но проявлен вулканизм из ОИВ-подобных источников около 50 и 0.9 тыс. лет назад (Чувашова и др., 2022). Возможно, сейчас наблюдается общее перераспределение сейсмогенных деформаций от центра к окончаниям БРС. Мониторинговые гидрогеохимические наблюдения за состоянием коры центральной части БРС теряют на какое-то время актуальность. Требуется перенос наблюдений на северо-восточное и западное окончания рифтовой системы.

В этой связи нельзя не отметить извержение вулкана Кар-ер-дарси в хр. Кунь-Лунь, произошедшее в 1951 г., через год после Мондинского и за 6 лет до Гоби-Алтайского землетрясения. В центральной части БРС вулканизм завершился около 0.6 млн лет назад и распространился позже только на западном и северо-восточном окончаниях БРС. Если в конце 2024 г. действительно наблюдается перестройка сейсмогенных деформаций БРС, вероятность проявления вулканических извержений в связи с реализацией сильных землетрясений в ближайшем будущем существенно возрастет.

### **Заключение**

Мы подчеркиваем значение исследований на территории Монголии, выполненные

преподавателями геологического факультета ИГУ. В 1957–1958 гг. Н.А. Флоренсов и В.П. Солоненко изучали последствия Гоби-Алтайского землетрясения, произошедшего 4 декабря 1957 г., в 1970-х гг. А.Г. Кузнецов, В.А. Сульдин и др. участвовали в работе Советско-Монгольской комплексной Хубсугульской экспедиции, в 2001–2024 гг. авторы настоящей статьи проводили исследования кайнозойского вулканизма. Эти результаты имели в свое время (и продолжают иметь) резонанс для развития представлений о геологической эволюции Внутренней Азии и ее современном тектоническом состоянии.

### **Благодарности**

Авторы благодарят директора Института астрономии и геофизики Монгольской академии наук, академика С. Демберела за помощь в организации систематических исследований источников вулканизма новейшего геодинамического этапа на территории Монголии.

### **Литература**

Атлас озера Хубсугул. Москва: Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, 1989. 118 с.

Белоус И.П. и др. Советско-Монгольская комплексная Хубсугульская экспедиция: к 50-летию со дня организации. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2020. 183 с.

Беличенко В.Г., Боос Р.Г. Боксон-Хубсугул-Дзабханский палеомикроконтинент в структуре Центрально-Азиатских палеозойд // Геология и геофизика. 1988, № 12. С. 20–27.

Бессолицын А.Е. Бокситоносность юго-восточной части Восточного Саяна. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-мин. наук. Иркут. гос. ун-т. Иркутск, 1975. 20 с.

Бямба Ж., Бажин Ю.М., Осокин П.В. Перспективы территории МНР на выявление фосфоритовых месторождений // Геология и полезн. ископ. МНР. Вып. 11. Недра, М., 1984. С. 184–189.

Виктор Прокопьевич Солоненко. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 183 с.

Виноградов В.И., Кулешов В.Н., Осокин П.В. Изотопный состав неодима и стронция в фосфоритах Монголии и Каратау как показатель среды

фосфатонакопления в венд-кембрийское время // Литология и полезные ископаемые, 1994. № 6. С. 51–62.

Гоби-Алтайское землетрясение / ред. Н.А. Флоренсов, В.П. Солоненко. М.: 1963. 291 с.

Геншафт Ю.С., Салтыковский А.Я. Каталог включений глубинных пород и минералов базальтов Монголии. Труды Совместной советско-монгольской исследовательской геологической экспедиции. Вып. 46. М.: Наука, 1990. 71 с.

Гофман А.М., Перевалов А.В., Осокин П.В. Особенности эксхалляции радона в рудных полях месторождений фосфоритов (на примерах Хубсугульского фосфоритоносного бассейна) // Геохимические исследования и поиски радиоактивных и благородных элементов в Забайкалье. Улан-Удэ БШ СО АН СССР. 1991. С. 97–123.

Диденко А.Н., Моссаковский А.А., Печерский Д.М. и др. Геодинамика палеозойских океанов Центральной Азии // Геология и геофизика. 1994. № 7–8. С. 59–75.

Иваненко В.В., Карпенко М.И., Яшина Р.М., Андреева Е.Д., Ашихмина Н.А. Новые данные о калий-аргоновом возрасте базальтов западного борта Хубсугульского рифта (МНР) // Доклады АН СССР. 1989. Т № 4. С. 925–930.

Ильин А.В. О Тувино-Монгольском массиве // Мат-лы по региональной геологии Африки и зарубежной Азии. М. Недра, 1971а. С. 67–73. (Тр. НИИ «Зарубежгеология», вып. 22).

Ильин А.В. Хубсугульский фосфоритоносный бассейн. Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. геол.-минерал. наук. М., 1971б.

Ильин А.В. Хубсугульский фосфоритоносный бассейн // Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской экспедиции. М.: Наука, 1973. Вып. 6. 167 с.

Карта геологических формаций Монгольской народной республики. Масштаб 1:1500000. Главный редактор А.Л. Яншин. Совместная Советско-Монгольская научно-исследовательская экспедиция, 1989.

Карта эпицентров землетрясений. Иркутск: Байкальский Филиал Геофизической Службы, 2024. <http://www.seis-bykl.ru>

Кепежинская В.В. Кайнозойские щелочные базальтоиды Монголии и их глубинные включения. Совместная советско-монгольская научно-исследовательская геологическая экспедиция. М.: Наука, 1979. 312 с.

Корина Н.А. Хангайское нагорье // Геоморфология Монгольской народной республики. Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской экспедиции. Вып. 28. М.: Наука, 1982. С. 87–108.

Кузнецов Г.А., Сульдин В.А., Бессолицин А.Е. Геология и минеральные ресурсы района // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1972. С. 19–26.

Кузнецов Г.А., Кулаков В.С., Сульдин В.А. и др. Структура впадины озера Хубсугул // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья (МНР), вып. 2. Иркутск-Улан-Батор, 1973. С. 19–33.

Кулешов В.Н., Зайцев Н.С., Осокин П.В., Доржнамжа Д., Очир А. Происхождение карбонатного вещества в фосфоритах Хубсугульского бассейна МНР (по данным изотопного состава углерода и кислорода) // Литология и полезные ископаемые. 1991. № 3. С. 79–88.

Мартынова Н.А. Реализация литогенной матричности почвообразования в фосфоритоносных ландшафтах горного Прихубсугулья на юге Байкальской рифтовой зоны // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». 2017. Т. 22. С. 79–95.

Музалевский М.М. Геологическое строение и основные типы фосфоритов Хубсугульского месторождения МНР. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-минерал. наук. Волгоград, Люберцы, 1970. 16 с.

Никифоров К.А., Осокин П.В., Амгалан Ж., Тоголдор Н. Хубсугульский фосфоритоносный бассейн (геология, геохимия, технология) // БИЕН СО РАН, ИХИ АН Монголии. Улан-Удэ, 1995. 64 с.

Николай Александрович Флоренсов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 171 с.

Осокин П.В. Фосфоритоносность кембрийских отложений Прихубсугульского прогиба // Мат-лы к геологической конференции, посвященной 50-летию Советского государства и 10-летию Бургеолоуправления. БГУ, Бур. филиал СО АН СССР. Улан-Удэ, 1967. С. 175–178.

Осокин П.В. Структурно-тектоническое размещение фосфоритовых месторождений в Окино-Хубсугульском фосфоритоносном бассейне // Тектонические структуры и закономерности размещения полезн. ископ. на территории Забайкалья. БФ ГИН СО АН СССР. Улан-Удэ, 1979. С. 11–19.

Осокин П.В. Геологические особенности фосфоритовых месторождений Хубсугульского фосфоритоносного бассейна МНР // Проблемы прогноза, поисков и разведки м-ний неметал, полезн. ископ. ВНИИГеолнеруд, (Тез.докл.) Казань, 1986. С. 105–106.

Осокин П.В. Диагенетические, эпигенетические и метаморфические преобразования фосфоритов Хубсугульского фосфоритоносного бассейна // Рудоносные и рудные формации Забайкалья и смежных регионов. Мат-лы чтений памяти акад. С.С. Смирнова. Заб. филиал ГОБ СССР, ПГО "Читагеология", ЗабНИИ, ЧИПР. Чита, 1988. С. 204–207.

Осокин П.В. Прихубсугулье – район крупных осадочных и интрузивных месторождений полезных ископаемых // Геология и металлогения Вост. Монголии и сопредельных территорий (Тез.докл.) МНР. Улан-Батор, 1991. С. 48–50.

Осокин П.В. Влияние складчато-шарьяжных движений на фосфоритовые месторождения Хубсугульского фосфоритоносного бассейна // Надвиги и шарьяжи платформенных и складчатых областей Сибири и Дальнего Востока и их металлогеническое значение (тез. докл.). Иркутск, 1992. С. 55–57.

Осокин П.В. Геохимические особенности распределения редкоземельных элементов и элементов примесей в фосфоритах Окино-Хубсугульского фосфоритоносного бассейна // IV Объединенный международный симпозиум по проблемам прикладной геохимии (тез. докл.). Иркутск, 1994а. 151 с.

Осокин П.В. О золотоносности фосфоритовых месторождений Хубсугульского бассейна // Тр. БГИ СО РАН. Улан-Удэ, 1994б. С. 49–51.

Осокин П.В. Геодинамические условия образования фосфоритовых месторождений Окино-Хубсугульского фосфоритоносного бассейна // 1-е Всероссийское металлогеническое совещание по проблеме: "Металлогения складчатых систем с позиции тектоники плит" (тез. докл.). Екатеринбург, 1994в. С. 253–254.

Осокин П.В. Центрально-Азиатская фосфоритоносная провинция: стратиграфия и фосфоритоносность. Диссертация доктора геол.-мин. наук в форме науч. докл. Иркутск, ИЗК СО РАН, 1999. 45 с.

Осокин П.В., Тыжинов А.В. Докембрийские тиллоиды Окино-Хубсугульского фосфоритоносного бассейна (Восточный Саян, Северо-

Западная Монголия // Литология и полезные ископаемые. 1998, № 2. С. 162–176.

Осокин П.В., Ильин А.В., Зайцев Н.С. Окино-Хубсугульский фосфоритоносный бассейн на территории СССР и МНР // Сырьевая база фосфатной промышл. СССР: перспективы расширения и рационального использования. М., ВИЭМС, 1973. С. 54–56.

Осокин П.В., Гофман А.М., Миронов А.Г. Радиоактивность фосфоритов Монголии и Вост. Саяна и радиогеохимические критерии их поисков // Геология и металлогения Вост. Монголии и сопредельных территорий МНР. Тезисы докладов. Улан-Батор, 1991. С. 51–53.

Павловский Е. В. Геологическая история и геологическая структура Байкальской горной области. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1948. 175 с.

Парфеевец А.В., Саньков В.А. Напряженное состояние земной коры и геодинамика юго-западной части Байкальской рифтовой системы. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. 151 с.

Рассказов С.В., Макаров С.А. Об эволюции напряженного состояния верхней части земной коры Прибайкалья в голоцене // Геологическая среда и сейсмический процесс. Мат-лы Всероссийской межрегиональной конференции. Иркутск, 1997. С. 33–35.

Рассказов С.В., Чувашова И.С., Ясныгина Т.А., Фефелов Н.Н., Саранина Е.В. Калиевая и калинатровая вулканические серии в кайнозойе Азии. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО». 2012. 351 с.

Рассказов С.В., Чувашова И.С., Ясныгина Т.А., Саранина Е.В. Корневые структуры Даригангского и Витимского вулканических полей Японско-Байкальского геодинамического коридора: соотношения источников позднекайнозойских магматических расплавов и современных локальных низкоскоростных аномалий в верхней мантии // Геология и окружающая среда. 2024а. Т. 4, № 2. С. 16–78. DOI 10.26516/2541-9641.2024.2.16

Рассказов С.В., Чувашова И.С., Ясныгина Т.А., Саранина Е.В. Эволюция кайнозойского вулканизма и его источники в зоне Дариганга-Чифэн (Дачи): вовлечение в тектоническую активизацию кия Северо-Китайского кратона и глубокой мантии под сопредельными геологическими структурами // Геология и окружающая среда. 2024б. Т. 4, № 2. С. 79–104. DOI 10.26516/2541-9641.2024.2.79



Салтыковский А.Я., Генштафт Ю.С. Мантия и вулканизм юго-востока Монголии (плато Дариганга). М.: Наука, 1984. 201 с.

Салтыковский А.Я., Генштафт Ю.С. Геодинамика кайнозойского вулканизма юго-востока Монголии. Труды Совместной советско-монгольской исследовательской геологической экспедиции Вып. 42. М.: Наука, 1985. 135 с.

Сульдин В.А. Стратиграфия, формации позднего докембрия и раннего палеозоя Прихубсугулья (МНР). Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. геол.-мин. наук. Иркутск, 1975. 16 с.

Уфлянд А.К., Ильин А.В., Спиркин А.И. Впадины байкальского типа Северной Монголии // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1969. Т. 46, вып. 6. С. 5–22.

Флоренсов Н.А. Геоморфология и новейшая тектоника Забайкалья // Известия АН СССР. Сер. геол. 1948. № 2. С. 3–16.

Флоренсов Н.А. Катастрофическое землетрясение в Гобийском Алтае // Природа. 1958. № 7. С. 73–77.

Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья / Труды Вост.-Сиб. фил. СО АН СССР. Вып. 19. Серия геол. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

Хрусталева В.К., Осокин П.В. Основные особенности геодинамики и металлогении Монгольского Алтая, Саяно-Хубсугульского и Дзавханского районов // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1999, № 2. С.28–34.

Чувашова И.С., Рассказов С.В., Ясныгина Т.А. Трассирование потенциальной сейсмической структуры в Тарятской впадине Центральной Монголии вулканическими извержениями из ОИВ-подобного источника 50–9 тыс. лет назад // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 4. С. 80–103. DOI 10.26516/2541-9641.2022.4.80

Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Коваленко В.И., Покровский Б.Г. Магматизм и геодинамика Южно-Байкальской вулканической области (горячей точки мантии) по результатам геохронологических, геохимических и изотопных (Sr, Nd, O) исследований // Петрология. 2003. Т. 11, № 1. С. 3–34.

Ankhtsetseg D., Odonbaatar Ch., Bayasgalan A., Demberel S., Baatarsuren G., Battogtokh D., Bayarsaikhan E., Dembereldulam M., Amarmend A., Dorjdavaa M. The preliminary seismotectonic map of

Mongolia // Геофизик ба Одон Орон судлал. №7. 2020. P. 25–37.

Conference commemorating the 50th anniversary of the 1957 Gobi-Altay earthquake / Proceedings of the Conference commemorating the 50th anniversary of the 1957 Gobi-Altay earthquake, 25 July – 8 August, 2007, Ulaanbaatar, Mongolia: extended abstract volume / Dorjsuren Ankhtsetseg et al. eds. Ulaanbaatar, 2007. 269 p.

Demberel S., Anatoly V.K. Lithospheric stress in Mongolia // Geosci. Front. 2017. Vol. 8. P. 1323–1337.

Geological map of Mongolia scale 1:1000000 (Ed. O. Tomurtogoo). 1999.

Khrustalyev V.K., Osokin P.V., Khrustalyeva A.V. Geodynamics and minerageni of the West Mongolia and south-eastern part of the East Savan // Geodinamics and evolution of the Earth (abstracts). Novosibirsk, 1996.

Lee C.H., Seong Y.B., Oh J.-S. Determining the slip rate and earthquake recurrence interval on the tip of a foreberg in the Gobi-Altai, Mongolia // Russ. Geol. Geophys. 2021. Vol. 62, No. 11.:P. 1296–1307. <https://doi.org/10.2113/RGG20194145>

McCalpin J.P. Application of paleoseismic data to seismic hazard assessment and neotectonic research // International Geophysics. Vol. 95. 2009. 106 p. DOI: 10.1016/S0074-6142(09)95009-4

McCalpin J.P., Khromovskih V.S. Holocene paleoseismicity of the Tunka fault, Baikal rift, Russia // Tectonics. 1995. Vol. 14, No. 3. P. 594–605.

Rasskazov S., Chuvashova I., Yasnygina T., Saranina E. Mantle evolution of Asia inferred from Pb isotopic signatures of sources for Late Phanerozoic volcanic rocks // Minerals. 2020. Vol. 10, No. 9. 739; doi:10.3390/min10090739

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Yasnygina T.A., Saranina E.V. Late Cenozoic high and low temperature magma generation from primordial and age-modified mantle materials beneath Dariganga in Southeast Mongolia: Factors of mantle degassing and adiabatic upwelling // Geosystems and Geoenvironment. 2024. Vol. 3, No. 1, 100295. <https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2024.100295>

Rasskazov S.V., Luhr J.F., Bowring S.A. et al. Late Cenozoic volcanism in the Baikal rift system: evidence for formation of the Baikal and Khubsugul basins due to thermal impacts on the lithosphere and collision-derived tectonic stress // Berliner palaobiologische abhandlungen. 2003. V. 4. P. 33–48.

Rizza M., Ritz J.-F., Braucher R., Vassallo R., Prentice C., Mahan S., McGill S., Chauvet A., Marco S., Todbileg M., Demberel S., Bourles D. Slip rate and slip magnitudes of past earthquakes along the Bogd left-lateral strike-slip fault (Mongolia) // *Geophys. J. Int.* 2011. Vol. 186. P. 897–927. doi: 10.1111/j.1365-246X.2011.05075.x

Yanovskaya T.B., Kozhevnikov V.M. 3D S-wave velocity pattern in the upper mantle beneath the continent of Asia from Rayleigh wave data // *Phys. Earth and Planet. Inter.* 2003. Vol. 138. P. 263–278.

## References

Atlas of Lake Hovsgol. Moscow: Main directorate of geodesy and cartography under the Council of ministers of the USSR, 1989. 118 p.

Belous I.P. et al. Soviet-Mongolian integrated Hovsgol Expedition: on the 50th anniversary of its organization. Irkutsk: Irkutsk State University Publishing House, 2020. 183 p.

Belichenko V.G., Boos R.G. Bokson-Hovsgol-Dzabkhan paleomicrocontinent in the structure of Central Asian Paleozooids // *Geology and Geophysics*, 1988, No. 12. P. 20–27.

Bessolitsyn A.E. Bauxite content of the south-eastern part of the Eastern Sayans. Abstract of candidate of science (Geology and Mineralogy) dissertation. Irkutsk State University. University. Irkutsk, 1975. 20 p.

Byamba Zh., Bazhin Yu.M., Osokin P.V. Prospects for the territory of the Mongolian People's Republic for identifying phosphorite deposits // *Geology and mineralization of MPR*. Vol. 11. Nedra, M., 1984. P. 184–189.

Chuvashova I.S., Rasskazov S.V., Yasnygina T.A. Tracing of potential seismic structure in the Taryat basin of Central Mongolia by volcanic eruptions from an OIB-like source 50–9 thousand years ago // *Geology and Environment*. 2022. Vol. 2, No. 4. P.80–103. DOI 10.26516/2541-9641.2022.4.80

Geological map of Mongolia scale 1:1000000 (Ed. O. Tomurtogoo). 1999.

Genshaft Yu.S., Saltykovskiy A.Ya. Catalogue of inclusions of deep rocks and minerals of basalts of Mongolia. Proceedings of the Joint Soviet-Mongolian Research Geological Expedition. Issue. 46. Moscow, Nauka, 1990. 71 p.

Gobi-Altai earthquake / ed. N.A. Florensov, V.P. Solonenko. M.: 1963. 291 p.

Goffman A.M., Perevalov A.V., Osokin P.V. Features of radon exhalation in ore fields of phosphorite

deposits (on the example of the Khovsgol phosphorite-bearing basin) // *Geochemical studies and prospecting for radioactive and noble elements in Transbaikalia*. Ulan-Ude BSh SB RAS USSR. 1991. P. 97–123.

Didenko A.N., Mossakovsky A.A., Pechersky D.M. et al. Geodynamics of the Paleozoic oceans of Central Asia // *Geology and Geophysics*. 1994. No. 7–8. P. 59–75.

Florensov N.A. Geomorphology and recent tectonics of Transbaikalia // *Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Geological Series*. 1948. No. 2. P. 3–16.

Florensov N.A. Catastrophic earthquake in the Gobi Altai // *Nature*. 1958. No. 7. P. 73–77.

Florensov N.A. Mesozoic and Cenozoic basins of the Baikal region / *Transactions of the East Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences*. Issue 19. Geological Series. Moscow–Leningrad: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1960. 258 p.

Ivanenko V.V., Karpenko M.I., Yashina R.M., Andreeva E.D., Ashikhmina N.A. New data on the potassium-argon age of basalts from the western side of the Khovsgol rift (MPR) // *Reports of the USSR Academy of Sciences*. 1989. Vol. No. 4. P. 925–930.

Ilyin A.V. On the Tuva-Mongolian massif // *Materials on regional geology of Africa and foreign Asia*. Moscow Nedra, 1971a. P. 67–73. (Proceedings of the Research Institute "Zarubezhgeologiya", issue 22).

Ilyin A.V. Khovsgol phosphorite-bearing basin. Author's abstract. dissertation doctoral degree. Geol.-mineral. Sci. Moscow, 1971b.

Ilyin A.V. Khovsgol phosphorite-bearing basin // *Proceedings of the Joint Soviet-Mongolian research expedition*. MOSCOW: Nauka, 1973. Issue. 6, 167 pp.

Map of geological formations of the Mongolian People's Republic. Scale 1:1500000. Editor-in-Chief A.L. Yanshin. Joint Soviet-Mongolian scientific research expedition, 1989.

Map of earthquake epicenters. Irkutsk: Baikal Branch of the Geophysical Survey, 2024. <http://www.seis-bykl.ru>

McCalpin J.P. Application of paleoseismic data to seismic hazard assessment and neotectonic research // *International Geophysics*. Vol. 95. 2009. 106 p. DOI: 10.1016/S0074-6142(09)95009-4

- McCalpin J.P., Khromovskih V.S. Holocene paleoseismicity of the Tunka fault, Baikal rift, Russia // *Tectonics*. Vol. 14, No. 3. P. 594–605.
- Kepezhinskas V.V. Cenozoic alkaline basaltoids of Mongolia and their deep inclusions. Joint Soviet-Mongolian scientific research geological expedition. Moscow: Nauka, 1979. 312 p.
- Khrustalev V.K., Osokin P.V. Main features of geodynamics and metallogeny of Mongolian Altai, Sayano-Khovsgol and Dzabkhan regions // *News of Higher Education Institutions. Geology and exploration*, 1999, No. 2. P.28–34.
- Khrustalyev V.K., Osokin P.V., Khrustalyeva A.V. Geodynamics and minerageni of the West Mongolia and south-eastern part of the East Savan // *Geodynamics and evolution of the Earth (abstracts)*. Novosibirsk, 1996.
- Korina N.A. Khangai Highlands // *Geomorphology of the Mongolian People's Republic. Proceedings of the Joint Soviet-Mongolian Research Expedition*. Vol. 28. Moscow: Nauka, 1982. pp. 87–108.
- Kuznetsov G.A., Suldin V.A., Bessolitsin A.E. Geology and mineral resources of the region // *Natural conditions and resources of the Khovsgol region*. Irkutsk: ISU Publishing House, 1972. pp. 19–26.
- Kuznetsov G.A., Kulakov V.S., Suldin V.A. et al. Structure of the Lake Khubsugul basin // *Natural conditions and resources of the Khubsugul region (MPR)*, vol. 2. Irkutsk-Ulaanbaatar, 1973. P. 19–33.
- Kuleshov V.N., Zaitsev N.S., Osokin P.V., Dorzhnamzha D., Ochir A. Origin of carbonate matter in phosphorites of the Khovsgol basin of the Mongolian People's Republic (according to the isotopic composition of carbon and oxygen // *Lithology and minerals*. 1991. No. 3. Pp. 79–88.
- Martynova N.A. Realization of lithogenic matrix soil formation in phosphorite-bearing landscapes of the mountainous Khovsgol region in the south of the Baikal rift zone // *Bulletin of the Irkutsk State University. Series "Biology. Ecology"*. 2017. Vol. 22. Pp. 79–95.
- Muzalevsky M.M. Geological structure and main types of phosphorites of the Khovsgol deposit of the Mongolian People's Republic. Abstract of the dissertation for the degree of Cand. Sci. geol.-mineral. Sci. Volgograd, Lyubertsy, 1970. 16 p.
- Nikiforov K.A., Osokin P.V., Amgalan Zh., Torgodor N. Khovsgol phosphorite-bearing basin (geology, geochemistry, technology) // *BIEN SB RAS, Institute of Chemical Chemistry of the Academy of Sciences of Mongolia*. Ulan-Ude, 1995. 64 p.
- Nikolai Alexandrovich Florensov. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2003. 171 p.
- Osokin P.V. Phosphorite content of Cambrian deposits of the Khovsgol trough // *Proceedings for the geological conference dedicated to the 50th anniversary of the Soviet state and the 10th anniversary of the Burgeoning Geological Administration*. BSU, Burying branch of the SB RAS USSR. Ulan-Ude, 1967. P. 175–178.
- Osokin P.V. Structural and tectonic distribution of phosphorite deposits in the Okina-Khovsgol phosphorite-bearing basin // *Tectonic structures and patterns of distribution of useful minerals on the territory of Transbaikalia*. BF GIN SB RAS USSR. Ulan-Ude, 1979. P. 11–19.
- Osokin P.V. Geological features of phosphorite deposits of the Khovsgol phosphorite-bearing basin of the Mongolian People's Republic // *Problems of forecasting, prospecting and exploration of non-metallic and useful mineral deposits*. VNIIGeolnerud, (Abstract) Kazan, 1986. P. 105–106.
- Osokin P.V. Diagenetic, epigenetic and metamorphic transformations of phosphorites of the Khovsgol phosphorite-bearing basin // *Ore-bearing and ore formations of Transbaikalia and adjacent regions*. Proceedings of the readings in memory of academician S.S. Smirnov. Zab. branch of the USSR State Oblast, PGO "Chitageologiya", ZabNII, CHIPR. Chita, 1988. P. 204–207.
- Osokin P.V. The Khovsgol region is a region of large sedimentary and intrusive mineral deposits // *Geology and metallogeny of the Eastern Mongolia and adjacent territories (Abstract)*. MPR. Ulaanbaatar, 1991. P. 48–50.
- Osokin P.V. Influence of fold-thrust movements on phosphorite deposits of the Khovsgol phosphorite-bearing basin // *Thrusts and nappes of platform and folded regions of Siberia and the Far East and their metallogenic significance (Abstract)*. Irkutsk, 1992. P. 55–57.
- Osokin P.V. Geochemical features of the distribution of rare earth elements and trace elements in phosphorites of the Oka-Khovsgol phosphorite-bearing basin // *IV Joint international symposium on applied geochemistry (Abstract)*. Irkutsk, 1994a. 151 p.
- Osokin P.V. On the gold content of phosphorite deposits in the Khovsgol basin // *Proc. BGI SB RAS*. Ulan-Ude, 1994b. Pp. Geodynamic conditions for the formation of phosphorite deposits in the Oka-



Khovsgol phosphorite-bearing basin // 1st All-Russian metallogenic conference on the problem: "Metallogeny of folded systems from the standpoint of plate tectonics" (abstract of report). Ekaterinburg, 1994v. Pp. Central Asian phosphorite-bearing province: stratigraphy and phosphorite content. Dissertation of Doctor of Geological and Mineral Sciences in the form of a scientific report. Irkutsk, IZK SB RAS, 1999. 45 p.

Osokin P.V., Tyzhinov A.V. Precambrian tilloids of the Okino-Khovsgol phosphorite-bearing basin (Eastern Sayan, Northwestern Mongolia // Lithology and minerals. 1998, No. 2. P. 162–176.

Osokin P.V., Ilyin A.B., Zaitsev N.S. Okino-Khovsgol phosphorite-bearing basin on the territory of the USSR and Mongolia // Raw materials base of the phosphate industry. USSR: prospects for expansion and rational use. Moscow, VIEMS, 1973. P.54–56.

Osokin P.V., Goffman A.M., Mironov A.G. Radioactivity of phosphorites of Mongolia and Vost. Sayan and radiogeochimical criteria for their searches // Geology and metallogeny Vost. Mongolia and adjacent territories of the Mongolian People's Republic. Abstracts of reports. Ulaanbaatar, 1991. P. 51–53.

Pavlovsky E.V. Geological history and geological structure of the Baikal mountain region. Moscow: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1948. 175 p.

Parfeevets A. V., Sankov V. A. Stress state of the earth's crust and geodynamics of the southwestern part of the Baikal rift system. Novosibirsk: Academic Publishing House "Geo", 2006. 151 p.

Rasskazov S. V., Makarov S. A. On the evolution of the stress state of the upper part of the earth's crust in the Baikal region in the Holocene // Geological environment and seismic process. Proceedings of the All-Russian interregional conference. Irkutsk, 1997. P. 33–35.

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Yasnygina T.A., Fefelov N.N., Saranina E.V. Potassium and potassium-sodium volcanic series in the Cenozoic of Asia. Novosibirsk: Academic Publishing House "Geo". 2012. 351 p.

Rasskazov S., Chuvashova I., Yasnygina T., Saranina E. Mantle evolution of Asia inferred from Pb isotopic signatures of sources for Late Phanerozoic volcanic rocks // Minerals. 2020. Vol. 10, No. 9. 739; doi:10.3390/min10090739

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Yasnygina T.A., Saranina E.V. Late Cenozoic high and low temperature magma generation from primordial and age-

modified mantle materials beneath Dariganga in Southeast Mongolia: Factors of mantle degassing and adiabatic upwelling // Geosystems and Geoenvironment. 2024. Vol. 3, No. 1, 100295. <https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2024.100295>

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Yasnygina T.A., Saranina E.V. Root structures of the Dariganga and Vitim volcanic fields of the Japan-Baikal geodynamic corridor: relationships between the sources of late Cenozoic magmatic melts and modern local low-velocity anomalies in the upper mantle // Geology and Environment. 2024a. Vol. 4, No. 2. P. 16–78. DOI 10.26516/2541-9641.2024.2.16

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Yasnygina T.A., Saranina E.V. Evolution of Cenozoic volcanism and its sources in the Dariganga-Chifeng (Dachi) zone: involvement in tectonic reactivation of the keel of the North China Craton and the deep mantle beneath adjacent geological structures // Geology and Environment. 2024b. Vol. 4, No. 2. P. 79–104. DOI 10.26516/2541-9641.2024.2.79

Saltykovskiy A.Ya., Genshaft Yu.S. Mantle and volcanism of south-eastern Mongolia (Dariganga plateau). Moscow: Nauka, 1984. 201 p.

Saltykovskiy A.Ya., Genshaft Yu.S. Geodynamics of Cenozoic volcanism of south-eastern Mongolia. Proceedings of the Joint Soviet-Mongolian Research Geological Expedition Issue. 42. Moscow: Nauka, 1985. 135 p.

Sul'din V.A. Stratigraphy, formations of the late Precambrian and early Paleozoic of the Khovsgol region (MPR). Abstract of dissertation for the degree of candidate of geological and mineralogical sciences. Irkutsk, 1975. 16 p.

Victor Prokopyevich Solonenko. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2004. 183 p.

Vinogradov V.I., Kuleshov V.N., Osokin P.V. Isotopic composition of neodymium and strontium in phosphorites of Mongolia and Karatau as an indicator of the phosphate accumulation environment in the Vendian-Cambrian time // Lithology and mineral resources, 1994. No. 6. P. 51–62.

Uflyand A.K., Ilyin A.V., Spirkin A.I. Baikal-type depressions of Northern Mongolia // Bulletin of MOIP. Geological section. 1969. Vol. 46, issue 6. P. 5–22.

Yanovskaya T.B., Kozhevnikov V.M. 3D S-wave velocity pattern in the upper mantle beneath the continent of Asia from Rayleigh wave data // Phys. Earth and Planet. Inter. 2003. Vol. 138. P. 263–278.

Yarmolyuk V.V., Ivanov V.G., Kovalenko V.I., Pokrovsky B.G. Magmatism and geodynamics of the South Baikal volcanic region (mantle hot spot) based

on the results of geochronological, geochemical and isotopic (Sr, Nd, O) studies // Petrology. 2003. Vol. 11, No. 1. P. 3–34.

**Рассказов Сергей Васильевич,**

*доктор геолого-минералогических наук, профессор,  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
заведующий кафедрой динамической геологии,  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,  
Институт земной коры СО РАН,  
заведующий лабораторией изотопии и геохронологии,  
тел.: (3952) 51–16–59,  
email: rassk@crust.irk.ru.*

**Rasskazov Sergei Vasilievich,**

*doctor of geological and mineralogical sciences, professor,  
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
Head of Dynamic Geology Char,  
664033, Irkutsk, Lermontov st., 128,  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
Head of Laboratory for Isotopic and Geochronological Studies,  
tel.: (3952) 51–16–59,  
email: rassk@crust.irk.ru.*

**Чувашова Ирина Сергеевна,**

*кандидат геолого-минералогических наук,  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,  
Институт земной коры СО РАН,  
старший научный сотрудник,  
тел.: (3952) 51–16–59,  
email: chuvashova@crust.irk.ru.*

**Chuvashova Irina Sergeevna,**

*candidate of geological and mineralogical sciences, Senior Researcher,  
664033, Irkutsk, Lermontov st., 128,  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
Senior Researcher,  
tel.: (3952) 51–16–59,  
email: chuvashova@crust.irk.ru.*

## Геология нефти и газа

УДК 55

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.101>

### Вклад лаборатории моделирования геологических процессов в развитие кафедры геологии нефти и газа геологического факультета Иркутского государственного университета. К 60-летию кафедры геологии нефти и газа и 75-летию геологического факультета

С.П. Примина<sup>1</sup>, И.М. Михалевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

<sup>2</sup>*Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** В конце шестидесятых годов была создана Лаборатория моделирования геологических процессов с целью математического анализа нефтегазовой информации.

**Ключевые слова:** *высшее образование, кафедра геологии нефти и газа, лаборатория моделирования геологических процессов.*

### Contribution of the Geological Process Modelling Laboratory to the Development of the Department of Oil and Gas Geology, Faculty of Geology, Irkutsk State University. To the 60th Anniversary of the Department of Oil and Gas Geology and the 75th Anniversary of the Faculty of Geology

S.P. Primina<sup>1</sup>, I.M. Mikhalevich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

<sup>2</sup>*Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia*

**Abstract.** At the end of the sixties, the Laboratory for Modeling Geological Processes was created for the purpose of mathematical analysis of oil and gas information.

**Keywords:** *Higher education, Department of Geology of Oil and Gas, Laboratory for Modeling Geological Processes.*

Кафедра геологии нефти и газа геологического факультета Иркутского государственного университета отмечает в 2024 году 60-летие со дня образования. Выпуск геологов нефтегазового профиля был ранее, начиная с 1956 года, а официальное открытие специальности 0103 «геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» было в 1951 году. Подготовка специалистов сопровождалась активной научной работой профессорско-

преподавательского состава кафедры. Финансирование научной работы велось как со стороны государственных структур, так и специализированных нефтегазовых предприятий. Научно-исследовательские институты имели финансовую возможность заказывать университетам разработку тех или иных тем, которые внедрялись на производстве. На кафедре геологии нефти и газа открывались лаборатории: Лаборатория физики нефтяного



пласта (научным руководителем был доцент Б.А. Лысов, Лаборатория нефтегазопоисковой геохимии, которой руководил профессор В.П. Исаев). В конце шестидесятых годов была организована доцентом Г.И. Лохматывым Лаборатория моделирования геологических процессов (МГП), которая работала до середины девяностых годов прошлого столетия на Вычислительном центре Иркутского государственного университета, в настоящее время — Центр новых информационных технологий.

Лаборатория МГП развивалась вместе с развитием Вычислительного Центра (в настоящее время — ЦНИТ ИГУ). Директором ВЦ ИГУ был легендарный В.Б. Манцивода, он вспоминал: *«Даже трудно поверить в то, как все изменилось за эти годы в нашем Центре новых информационных технологий. Какая техника была тогда! Первые компьютеры были похожи на огромных монстров, по-другому их и не назовешь. Работали на лампах. Потом появились полупроводниковые. И какая техника сейчас! Хорошо помню тот далекий 1959 год, когда нам, студентам 5 курса физико-математического факультета (мне, Ю. Катышевцеву и В. Сухареву), а также старшему преподавателю В.И. Буркову, нашим деканатом было предложено ехать на обучение кибернетике и получению первой в Иркутской области ЭВМ в далекую Пензу. Это уже были первые шаги. А все началось еще в 1958 году, когда в стране возникла необходимость внедрения ЭВМ в образовательный процесс вузов. Перед деканом физико-математического факультета профессором И.А. Парфиановичем, профессором В.В. Васильевым и кандидатом физико-математических наук, специалистом в области математического приборостроения и графических методов вычислений А.Б. Штыканом, встала нелегкая задача по освоению и внедрению ЭВМ, поскольку в то время ни на факультете, ни в университете не было ни одного специалиста, знающего ЭВМ и работу на этой технике. Нам пришлось все начинать с нуля»*. И сотрудники лаборатории МГП осваивали новые ЭВМ и методики работы вместе с программистами, воплощая идеи геологов и решая поставленные задачи.

Ряд работ был выполнен в содружестве с группой В.Н. Евдокимовой, научные интересы которой были связаны с разработкой методов статистической обработки геологической информации.

Лаборатория МГП тесно сотрудничала с кафедрой геологии нефти и газа геологического факультета, научным руководителем лаборатории был Геннадий Иванович Лохматов.

Г.И. Лохматов родился 7 марта 1940 года, окончил геологический факультет Иркутского государственного университета в 1963 году и практически сразу пришёл на кафедру геологии нефти и газа. После защиты диссертации на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук на тему: «Методы изучения конседиментационных тектонических структур на юге Сибирской платформы» стал доцентом, был заведующим кафедрой геологии нефти и газа, позднее — профессором, а в 1968 году — заведующим Лаборатории моделирования геологических процессов на ВЦ ИГУ.

Научно-профессиональные интересы Г.И. Лохматова были связаны с развитием нефтегазовой отрасли СССР и России. Под руководством Г.И. Лохматова проводились научные исследования в Поволжье, Средней Азии, Восточной Сибири и на о. Сахалин. Как исследователя, Г.И. Лохматова характеризовало чувство новизны, глубина проникновения в суть проблемы. Ежегодно 20–25 студентов геологического факультета работали в Лаборатории МГП, занимались научными исследованиями, выполняли курсовые работы и дипломные работы. Г.И. Лохматов подготовил более 1000 дипломированных геологов-нефтяников, которые работают во многих уголках страны. Новые направления в анализе геологической информации были использованы и в подготовке аспирантов с последующей защитой кандидатских диссертаций. Под руководством Г.И. Лохматова были защищены диссертации на соискание учёной степени кандидатов геолого-минералогических наук, технических наук.

Научно-исследовательские работы, которые проводились в Лаборатории МГП, проходили в рамках программ союзных

министерств высшего образования и геологии, а также на хоздоговорной основе с организациями нефтегазового профиля, что полностью соответствовало направлению учебно-методической работы кафедры геологии нефти и газа геологического факультета. Преподаватели кафедры геологии нефти и газа – Б.А. Лысов, В.Ф. Лузин, В.П. Исаев, Л.Ф. Конограй и другие, выполняли исследования с применением математического аппарата, используемого в лаборатории на ЭВМ с целью анализа геологической информации и прогноза на нефть и газ.

Почему исследования сотрудников лаборатории были сосредоточены в первую очередь именно в поисково-разведочных работах на нефть и газ?

Разнообразие условий образования ловушек нефти и газа и, обычно, их сложное геологическое строение, порождают трудности

их прогнозирования (рис. 1). Повышение эффективности прогнозирования на стадиях поиска и разведки возможно при комплексном изучении строения перспективных территорий на основе обобщения имеющихся объемов разнородной геолого-геофизической информации — результатов полевых геофизических съемок, бурения, геофизических исследований скважин (ГИС) и т. п. Как правило, это большой объем численной информации, который обобщить без ЭВМ невозможно, поэтому на стадии обобщения и анализа информации целесообразно привлечение математических методов. Использование численных методов при комплексном анализе геолого-геофизических данных применительно к геологическим условиям конкретных регионов — одно из направлений повышения достоверности геологического прогноза залежей нефти и газа.



**Рис. 1.** Обсуждение задачи. Г.И. Лохматов, И.М. Михалевич, В.П. Кобелев.

**Fig. 1.** Discussion of the task. G.I. Lokhmatov, I.M. Mikhalevich, V.P. Kobelev.

Одними из сложных в методическом отношении задачами комплексного анализа геолого-геофизической информации в нефтегазопроисводческой геологии является площадной прогноз структурных условий залегания нефтегазоносных толщ, прогноз пространственного изменения литолого-фациального состава пород и фильтрационно-емкостных свойств продуктивных толщ на основе совместного анализа скважинных наблюдений,

геофизических съемок, ГИС, определений на керне и др.

Цель работы Лаборатории МГП (рис. 2–5) — адаптация известных математико-статистических методов применительно к геологии нефти и газа, разработка методик комплексного анализа геoinформации и создание пакетов прикладных программ, позволяющих проводить прогнозные построения. Эти программы дают возможность

повышать эффективность работ, направленных на выявление зон, благоприятных для поисков и разведки нефти и газа, а также дают

возможность сокращать временные и материальные затраты на геологический цикл подготовки месторождений к разработке.



**Рис. 2.** Коллектив Лаборатории моделирования геологических процессов. 1974 г.

**Fig. 2.** The team of the Laboratory of Modelling of Geological Processes. 1974

Содержанием исследований являлось:

— методологическое и методическое обоснование применения в задачах нефтегазопоисковой геологии численных моделей комплексного анализа разнородной геолого-геофизической и геохимической информации;

— разработка с этих позиций численных моделей адекватного описания структуры геологических разрезов и форм разномасштабной пространственной взаимосвязи геолого-геофизических и геохимических полей;

— разработка алгоритмов и пакетов программ реализации на ЕС ЭВМ методов описания и прогноза структуры полей и разрезов;

— разработка для ЕС ЭВМ комплекса программ, позволяющих создавать и управлять на запоминающих устройствах ЭВМ базами данных – массивами разнородной информации о перспективах на нефть и газ объектах – для автоматизации процессов поэтапного их

анализа, преобразования и выполнения прогнозных построений;

— разработка для ЕС ЭВМ подсистемы графического отображения структуры полей в виде прогнозных карт зональности многокомпонентных наблюдений или в виде карт изменения на площади отдельных картируемых параметров;

— опытно-промышленное опробование численных моделей и методов, а также технологических схем комплексного анализа массовых геолого-геофизических и геохимических наблюдений на примере разных регионов страны;

— передача в промышленную эксплуатацию законченных разработкой и опробованием пакетов программ и технологических схем анализа информации на ЕС ЭВМ, а также законченных обработкой массивов информации в виде прогнозных карт и таблиц статистического описания массивов,



позволяющих выполнить прогнозные зональные построения на перспективных территориях.

В основном на этапах опробования и внедрения методических разработок исследования по теме исполнялись совместно с

отраслевыми институтами и производственными геологическими объединениями: ТуркменНИГРИ, КТГГ ВНИИЯГГ, ОМЭ ПГО «Востсибнефтегазгеология», ВостСибНИИГ-ГиМС, СГФЭ ПГО Сахалингеология и др.



**Рис. 3.** Коллектив Лаборатории моделирования геологических процессов 1977 г.

**Fig. 3.** The team of the Laboratory of Modelling of Geological Processes 1977.

В работе Лаборатории МГП принимали активное участие дипломники геологического факультета, математического и физического факультетов Иркутского государственного университета (Козлов О., Викулова Е., Ляхова Т., Андреев И. и многие другие). Материалы научных исследований послужили для написания кандидатских диссертаций (Акимова А.А., Гусев В.А., Кобелев В.П., Михалевич И.М., Примина С.П. и другие). Опираясь на материалы А.И. Сизых (Сизых, 2009, 2009а), можно говорить о десяти и более выполненных диссертаций под руководством Г.И. Лохматова.

Методы опробовались, как правило, с положительными результатами при прогнозных

построениях, которые были проведены в разное время для территорий Западной и Восточной Сибири (в т. ч. для Ковыктинского и Верхнечонского месторождений), Казахстана, Туркмении, Саха — Якутии, о. Сахалин и т. д. Результаты научно-исследовательских работ представлены в виде публикаций и монографий и в зарегистрированных в соответствующих фондах научно-исследовательских отчетах:

ТуркменНИГРИ в 1981-83 гг. по теме: «Составление дежурных геофизических карт по основным сейсмическим горизонтам нефтегазоносных комплексов юго-восточной Туркмении»;



**Рис. 4.** Коллектив Лаборатории моделирования геологических процессов 1978 г.

**Fig. 4.** The staff of the Laboratory of Modelling of Geological Processes 1978.

- ВНИИЯГГ в 1983-84 гг. по теме: «Совершенствование технологической схемы обработки данных геохимических исследований на примере Восточной Сибири и Западного Казахстана и система графического отображения геохимической информации на ЕС ЭВМ в АСОД-ГПНГ»;

- ВСНИИГГиМС в 1983-85 гг. по теме: «Совершенствование методики детальной корреляции разрезов по данным промышленной геофизики с целью определения параметров для подсчета запасов углеводородов по площадям Непско-Ботуобинской НГО»;

- ПГО Сахалингеология 1985 г. по теме: «Внедрение методики и технологической схемы обработки на ЭВМ, анализа и интерпретации данных прямой нефтегазопроисковой геохимии».

По законченным в 1981-85 гг. этапам исследования по теме «Математическое моделирование и прогноз месторождений нефти и газа» выполнены внедрения:

- в ПГО Иркутскгеофизика в 1982 г. внедрена методика обработки интерпретации газового каротажа, опробования на фактическом материале по Иркутскому амфитеатру;

- в ПГО «Востсибнефтегазгеология» внедрена в промышленную эксплуатацию «Система автоматического хранения и обработки информации на нефть и газ» с высокой экономической эффективностью;

- в ОМЭ «Востсибнефтегазгеология» внедрен пакет программ статистического анализа геохимической информации; в КТГГ ВНИИЯГГ был внедрен в промышленную эксплуатацию пакет программ с целью усовершенствования технологической схемы количественного анализа геохимической информации при нефтегазопроисковых работах;

- в СГФЭ ПГО «Сахалингеология» внедрялись в промышленную эксплуатацию результаты НИР по отчетным темам с высоким экономическим эффектом.



**Рис. 5.** Коллектив Лаборатории моделирования геологических процессов 1984 г.

**Fig. 5.** The staff of the Laboratory of Modelling of Geological Processes 1984.

В разное время в Лаборатории моделирования геологических процессов работали: Акимова А.А., Романенко Т.В., Ельконина Н.С., Бельх О.Н., Кобелев В.П., Рыбинская Т.Н., Михалевич И.М., Велижанина Л., Лузин В.Ф., Иванова Н.С., Лысов Б.А., Наумова Т.Т., Данильченко Л.Г., Иванов А., Лабутин Д.В., Анисенко В.П., Розум В.А., Лобанов А.Д., Карпов С.Н., Анисенко С.Ю., Балюра А.Б., Михеев В., Миткевич Н.И., Гусев В.А., Берковец И.А., Шахов Н.А., Королев В.А., Матусевич М.Г., Сорокина Г.С., Ханыгина М.Н., Шипунова И.Б., Кобелева Г.И., Примина С.П., Исаева А.Н., Плахова Г.С., Кузьмичева Т.Е., Ширяева Н., Тененбаум М.П., Балюра М., Филина Л.В., Вассерман Т.Г., Грач М., Третьяков И.В., Матафонова О.В., Песегова Т.Г., Юдина С. и другие.

Вклад Лаборатории МГП в развитие кафедры геологии нефти и газа был своевременен, кафедра готовила специалистов-геологов для нефтегазовой отрасли, которая начала внедрять математические методы в производственный процесс. Накопленный десятилетиями фактический материал

требовал эффективной обработки и грамотной интерпретации, прогнозных площадных построений и т. д.

### Литература

Сизых А.И. Геологический факультет Иркутского государственного университета. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2009. 296 с.

Сизых А.И. Научно-исследовательская работа геологического факультета // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2009а. С. 7–19.

### References

Sizykh A.I. Geological Department of Irkutsk State University. Irkutsk: Irkutsk State University, 2009. 296 с.

Sizykh A.I. Scientific-research work of the geological faculty // Geology and minerals of Eastern Siberia. Irkutsk: Irkutsk State University, 2009a. С. 7–19.



**Примина Светлана Павловна,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
декан геологического факультета, заведующая кафедрой геологии нефти и газа,  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
тел.: (3952)243-278,  
email: svetlana.primina@gmail.com.

**Primina Svetlana Pavlovna,**

candidate of geological and mineralogical sciences,  
dean of Geological Faculty, Head of Oil and Gas Char, assistant professor,  
664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
tel.: (3952)243-278,  
email: svetlana.primina@gmail.com.

**Михалевич Исai Моисеевич,**

кандидат геолого-минералогических наук,  
доцент, зав. каф. информационных и педагогических технологий,  
664049 Иркутск, ул. Юбилейный микрорайон, 100к4,  
Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования,  
тел.: (3952)465-326,  
email: mim977@list.ru.

**Mikhalevich Isai Moiseevich,**

candidate of geological and mineralogical sciences associate professor, head department information and  
educational technologies,  
664049, Irkutsk, st. Yubileiny microdistrict, 100k4,  
Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education,  
tel.: (3952)465-326,  
email: mim977@list.ru.

---

## Основные направления учебной и научно-исследовательской работы кафедры геохимии Иркутского государственного университета с 2004 по 2014 гг.

А.Ф. Летникова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** В статье дается краткая характеристика работы кафедры, история ее организации, описаны направления научных геохимических исследований, кадровый состав и учебные дисциплины по бакалавриату и магистратуре направления геология и геохимия, научно-исследовательские формы работы со студентами.

**Ключевые слова:** геохимия, обучение геохимии в вузе, бакалавриат, магистратура, научно-исследовательские работы студентов.

## The Main Directions of Educational and Research Work of the Department of Geochemistry of Irkutsk State University from 2004 to 2014

A.F. Letnikova

*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

**Abstract.** The article gives a brief characteristic of the work of the department, the history of its organisation, describes the directions of scientific geochemical research, staff composition and academic disciplines on bachelor's and master's degrees in geology and geochemistry, research forms of work with students.

**Keywords:** geochemistry, geochemistry education in higher education, bachelor's and master's degrees, student research papers.

Кафедра геохимии на геологическом факультете Иркутского государственного университета была открыта на основании решения Учёного совета университета от 25 июня 2004 г. (протокол № 8). Заинтересованность в открытии на геологическом факультете кафедры геохимии неоднократно высказывали академики РАН М.И. Кузьмин (институт геохимии СО РАН) и Ф.А. Летников (институт земной коры СО РАН). Их предложение получило активную поддержку в лице ректора ИГУ, профессора А.И. Смирнова и декана геологического факультета, доцента С.П. Приминной.

Геохимия, изучающая закономерности распределения и поведения химических элементов в различных природных процессах, начала весьма активно развиваться со второй

половины прошлого столетия. Тогда стало ясно, что без применения геохимических методов исследований невозможно познать многие геологические процессы, и возникли такие новые направления, как геохимия мантии и земной коры, геохимия океанов, геохимия околоземного вещества, химическая геодинамика, экологическая геохимия и др. В настоящее время содержание геохимии значительно расширилось, и она находит применение для расшифровки различных геологических процессов, для поисков разнообразных типов месторождений полезных ископаемых, для использования геологических объектов на пользу человека и защиты его от различных природных катастроф. Наряду с геохимией природных объектов она

включает такие дисциплины как аналитическая геохимия, изотопная геохимия, термодинамика геохимических процессов, экспериментальное и физико-химическое компьютерное моделирование.

С 2004 по 2014 гг. на кафедре были представлены следующие направления геохимических исследований:

геохимия эндогенных процессов, химическая геодинамика;

геохимия природных объектов;

геохимия процессов рудообразования;

геохимические методы поиска месторождений полезных ископаемых;

изотопная геохимия;

термодинамика геохимических процессов и физико-химическое компьютерное моделирование.

В разные годы кадровый состав кафедры был представлен (Сизых и др., 2016):

профессора — В.С. Антипин, А.А. Воронцов, М.А. Горнова, В.И. Гребенщикова, П.В. Коваль, В.Д. Козлов, В.А. Макрыгина;

доценты — Г.А. Белоголова, А.Е. Будяк, В.А. Бычинский, С.И. Дриль, А.Ф. Летникова, А.В. Паршин, А.М. Фёдоров.

На кафедре была 100 %-ная острепенность профессорско-преподавательского коллектива, что, несомненно, обеспечивало высокий уровень подготовки студентов.

В учебную нагрузку преподавателей кафедры входили следующие учебные дисциплины:

Магистратура 511005 Геология и геохимия полезных ископаемых

Минералого-геохимические методы исследования рудно-магматических систем;

Геохимические методы поисков МПИ;

Лабораторные методы исследования пород и руд;

Направление 020300 Геология, профиль Геохимия

Геохимия;

Геохимия магматического процесса;

Основы петрологии;

Геохимические методы поисков МПИ;

Кристаллохимия;

Методы эколого-геохимических исследований;

Лабораторные методы исследования пород и руд;

Моделирование геохимических процессов;

Геохимия метаморфизма;

Специальность 0111300 Геохимия

Геохимия;

Геохимия элементов;

Геохимические методы поисков МПИ;

Методика минералого-геохимических исследований;

Основы петрологии;

Региональная геохимия окружающей среды Байкальского региона;

Моделирование геохимических процессов;

Современные проблемы геохимии.

Преподаватели кафедры постоянно совершенствовали формы работы со студентами: разрабатывали новые варианты проверки текущих и итоговых знаний студентов, обновляли материалы лекционных курсов и содержание практических занятий. Использовали новые образовательные технологии: проведение в конце семестра научного семинара по дисциплинам специализаций, тестовые игры, выполнение практических заданий в форме компьютерного тестирования. Для подготовки к будущей профессиональной деятельности преподаватели кафедры знакомили студентов с различными научными направлениями, представленными в институтах Сибирского отделения РАН, проводили экскурсии в лаборатории, институты и на предприятия города.

Студентов геологического факультета регулярно приглашали на конференции, совещания и научные семинары, соответствующие темам их научных работ, проходившие в Иркутском научном центре.

Согласно государственному образовательному стандарту 2-го поколения предметом профессиональной деятельности специалиста-геохимика являлось изучение вещественного состава земной коры, слагающих её пород и минералов, комплексное исследование минерального сырья, выполнение научных исследований геолого-геохимического, минералого-петрографического и эколого-геохимического профиля. Тематика научно-



исследовательских работ на кафедре способствовала формированию у студентов соответствующих профессиональных знаний, умений и навыков:

1. Химическая геодинамика: геохимия магматических и метаморфических комплексов Северо-Азиатского кратона и его складчатого обрамления;
2. Палеозойские гранитоидные плутоны и дайковые серии хребта Хамар-Дабан в связи с формированием Ангаро-Витимского батолита: геохимические параметры, источники магм, петрогенезис (Прибайкалье);
3. Реконструкция развития островных дуг и окраинных бассейнов в северо-восточной части Палеоазиатского океана по геохимическим особенностям метаморфических поясов Прибайкалья;
4. Субдукционно-аккреционные комплексы Монголо-Охотского складчатого пояса и их роль в процессах гранитообразования: изотопный аспект;
5. Региональная геохимия окружающей среды (Байкальский регион);
6. Позднеархейский этап формирования литосферы Сибирского кратона;
7. Изучение биогеохимических изменений системы почва-растение под воздействием антропогенного загрязнения в ландшафтах юга Сибири и северо-восточного Китая.

Кафедра геохимии располагала высоким научным потенциалом, научные разработки внедрялись в учебный процесс, студенты активно участвовали в научной работе.

Студенты старших курсов, обучающиеся на кафедре, в обязательном порядке принимали участие в ежегодной научной студенческой конференции геологического факультета Иркутского государственного университета «Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири»,

**Летникова Анна Феликсовна,**

кандидат химических наук, доцент,  
664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,  
Иркутский государственный университет,  
доцент,  
email: let\_an@mail.ru.

**Letnikova Anna Feliksovna,**

ежегодной научно-практической конференции Иркутского государственного университета «Студент и научно-технический прогресс», а также в городских и областных олимпиадах по геологии и минералогии.

Работа кафедры была тесно связана с исследовательской деятельностью институтов Иркутского научного Центра СО РАН, и в первую очередь с институтами геохимии и земной коры. Результатом этого сотрудничества являлось неуклонное повышение качества обучения студентов на кафедре, а также выполнению курсовых и дипломных работ на самом современном уровне.

В настоящее время, в составе кафедры полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии геологического факультета работает только один преподаватель из коллектива бывшей кафедры геохимии. К сожалению, реорганизация высшего образования в целом, и геологического образования, в частности, привела к тому, что это направление обучения на геологическом факультете прекратило своё существование. Студенты-геохимики были «штучной» продукцией кафедры, а требования министерства образования требовали укрупнения направлений подготовки, усреднения показателей образовательного процесса и кафедра геохимии оказалась неспособной выжить в таких реалиях.

### Литература

Сизых А.И., Буланов В.А. Юденко М.А. Пусть мы сотни верст бродили. В 5 т. Т. 5. Впереди тебя ждет путь далек 1980–2015: монография. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2016. 230 с.

### References

Sizykh A.I., Bulanov V.A. Yudenko M.A. Let us wander hundreds of versts. In 5 vol. Vol. 5. Way ahead of you is far 1980-2015: a monograph. Irkutsk: Irkutsk State University, 2016. 230 с.

*Candidate in Chemistry Sciences, Associate Professor,*  
*1, Karl Marx St., Irkutsk, 664003, Russia,*  
*Irkutsk State University,*  
*associate professor,*  
*email: let\_an@mail.ru.*

## Юбилей

УДК 378.4: 550.8: 550.08.04

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.112>

### Дороги и судьбы геологов выпуска 1964 года Иркутского государственного университета

В.С. Антипин<sup>1</sup>, В.И. Гланц<sup>2</sup>, М.П. Глебов<sup>3</sup>, А.Г. Ким<sup>4</sup>, А.В. Кинякин<sup>5</sup>,  
С.А. Козлов<sup>5</sup>, А.М. Мазукабзов<sup>6</sup>, Ф.М. Ступак<sup>7</sup>, В.В. Харахинов<sup>8</sup>,  
М.М. Святочевская (Цахновская)<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ПО Укруглегеология, г. Донецк, Россия

<sup>3</sup>Братский госуниверситет, г. Братск, Россия

<sup>4</sup>ПГО Камчатгеология, г. Петропавловск-Камчатский, Россия

<sup>5</sup>ФГУГП «Читагеолсъёмка», г. Чита, Россия

<sup>6</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

<sup>7</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, Россия

<sup>8</sup>ООО «Славнефть НПЦ», г. Тверь, Россия

<sup>9</sup>Иркутский госуниверситет, г. Иркутск, Россия,

**Аннотация.** Прошло шестьдесят лет с момента окончания геологами Иркутского государственного университета, но по-прежнему тепло вспоминаются время поступления, студенческая жизнь, особенности организации учебного процесса. За время обучения благодаря активному и мудрому участию преподавательского корпуса студенты заслуженно подошли к уровню специалистов, способных решать профессиональные задачи производства. Достигнутые успехи в трудовой биографии каждого позволяют университету и факультету заслуженно гордиться своими выпускниками.

**Ключевые слова:** геологический факультет ИГУ, организация учебного процесса, трудовая биография, успехи выпускников.

### Roads and Fates of Geologists of the 1964 Graduation from the Irkutsk State University

V.S. Antipin<sup>1</sup>, V.I. Glants<sup>2</sup>, M.P. Glebov<sup>3</sup>, A.G. Kim<sup>4</sup>, A.V. Kinyakin<sup>5</sup>,  
S.A. Kozlov<sup>5</sup>, A.M. Mazukabzov<sup>6</sup>, F.M. Stupak<sup>7</sup>, V.V. Kharakhinov<sup>8</sup>,  
M.M. Svyatochevskaya (Tsakhnovskaya)<sup>9</sup>

<sup>1</sup>A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

<sup>2</sup>BY Ukruglegeology, Donetsk, Russia

<sup>3</sup>Bratsk State University, Russia

<sup>4</sup>PGO Kamchatgeology, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia

<sup>5</sup>FGUGP "Chitageolsemka", Chita, Russia

<sup>6</sup>Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

<sup>7</sup>Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS, Moscow, Russia

<sup>8</sup>Slavneft NPTS LLC, Tver, Russia

<sup>9</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

**Abstract.** Sixty years have passed since the geologists graduated from Irkutsk State University, but they still warmly remember the time of admission, student life, and the specifics of the educational process. During their studies, thanks to the active and wise participation of the

teaching staff, students deservedly approached the level of specialists capable of solving professional production tasks. The successes achieved in the work biography of everyone allow the university and the faculty to be deservedly proud of their graduates.

**Keywords:** Faculty of Geology of the ISU, organization of the educational process, work biography, success of graduates.

### Вступление

С момента окончания университета минуло шестьдесят лет, а кажется, что случилось все только вчера. Ярko помнится беспокойная сутолока в студенческом общежитии на ул. 25 Октября, где размещали абитуриентов перед вступительными экзаменами. В плоховато освещенных комнатах помещалось по 15 человек. До поздней ночи слышался несмолкаемый гомон и чувствовалось волнение перед испытаниями. Желавших попасть на геологический факультет ожидал серьезный конкурс – восемь человек на место. А сдавали в ту пору математику устно и письменно, физику, иностранный язык и писали сочинение. Сначала были два письменных экзамена, когда без прямого контакта с преподавателем все зависит от стараний поступающего. Видимо, на них срезалось голов недостаточно и на третьем устном экзамене по математике принимающие старались так круто, что после него проходили по конкурсу с любыми баллами, лишь бы не

было двойки. Особенно лояльно относились к претендентам с производственным стажем, которые зачислялись в первую очередь. Больше всех досталось восьмерым девчонкам! К ним строже относились экзаменаторы, руководители приемной комиссии всячески пугали профессией и отговаривали. В итоге осталось трое, самых отчаянных и твердых, дошедших с нами до выпуска.

Вполне закономерно, ряды абитуриентов по мере прохождения экзаменов редели, комнаты пустели, становилось все тише и тише, а счастливики, не потерявшие надежд, ждали приказа о зачислении. Из него мы узнали, что на курсе будет обучаться 32 человека (таблица).

Набор на факультете осуществлялся по двум специальностям: 0102 Геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых и 0103 Геология и разведка нефтяных месторождений, но конкурс был общим. Разделение по специализациям произошло после третьего курса.

### Краткая биография курса

#### Short course's biography

№.№ п/п	Ф. И. О.	Годы жизни	География распределения
1	Андреев Валерий В.	24.11.1940-21.01.2009	Бурятское геологоуправление
2	Анисимов Вячеслав В.	11.03.1940-21.12.2002	Иркутское геологоуправление
3	Антипин Виктор С.	19.12.1940	Институт геохимии СО РАН
4	Апрелков Станислав С.	29.02.1940-1987 ?	Северо-восточное геологоуправление
5	Баринov Юрий Ф.	06.09.1936-24.03.2020	Иркутское геологоуправление
6	Воробьев Евгений И.	26.06.1939-08.08.2005	Институт геохимии СО РАН
7	Гланц Владимир И.	20.04.1942	Читинское геологоуправление
8	Глебов Михаил П.	28.02.1941	Институт геохимии СО РАН
9	Громов Анатолий И.	10.04.1939-27.09.1991	Читинское геологоуправление
10	Девярых Геннадий И.	21.07.1926	Дальневосточное геологоуправление
11	Дмитриев Борис М.	28.11.1938-26.10.2019	Северо-Восточное геологоуправление
12	Донцов Виктор В.	22.12.1940-16.07.2004	Аспирантура при ИГУ, Иркутск
13	Ивашевская Татьяна И.	13.12.1939-17.12.2022	Иркутское геологоуправление

14	Ильин Анатолий С.	22.09.1937- ??	Востсибнефтегеология, Иркутск
15	Ким Афанасий Г.	05.01.1941	Северо-Восточное геологоуправление
16	Кинякин Александр В.	14.01.1941-02.10.2024	Читинское геологоуправление
17	Климов Валерий Г.	17.09.1939-1985	Сахалинское геологоуправление
18	Козлов Станислав А.	19.07.1939	Читинское геологоуправление
19	Кузьменко Галина И.	17.09.1940	Бурятское геологоуправление
20	Мазукабзов Анатолий М.	19.04.1940	Иркутское геологоуправление
21	Мишарин Юрий П.	25.10.1939-24.05.2021	Читинское геологоуправление
22	Перевалов Олег М.	13.02.1939	Востсибнефтегеология, Иркутск
23	Романов Олег	Информация отсутствует	
24	Рыбинский Анатолий В.	1937-22.05.2007	Сахалинское геологоуправление
25	Скотников Владислав Н.	02.10.1939-25.05.2012	Иркутское геологоуправление
26	Ступак Федор М.	03.12.1938-03.03.2024	Западно-Сибирское геологоуправление
27	Судаков Игорь	Отчислен в 1959 г.	
28	Сунцов Иван	Отчислен в 1961 г.	
29	Тельнов Альберт К.	26.07.1938-12.04.2003	Иркутское геологоуправление
30	Хамнаев Владимир А.	01.03.1941-05.08.2005	Якутское геологоуправление
31	Харахинов Валерий В.	12.02.1941	Сахалинское геологоуправление
32	Цахновская Мария М.	06.06.1940	ВостСибНИИГГиМС, Иркутск

У каждого за выбором столь непростой и мужественной профессии могли скрываться разные мотивы: грезы путешествий, романтика открытий, желание послужить Отечеству на непростом фронте, продолжение династий или, что совсем не исключается, высокие заработки и блестяще привлекательная форма, а то и просто его величество случай. В одном же из личных дел нашего однокашника мотивация выбора профессии звучит совсем по-детски и вызывает тихую улыбку: «Последние годы моих занятий в средней школе убедили меня в наличии стремлений к специальности геолога-разведчика. Этому весьма способствует моя любовь к природе и сильное желание ознакомиться с достопримечательностями глухих районов моей Великой Родины». Сегодня, подводя итоги, имеем право заявить, что все состоялось в профессии и никто не ушел из нее без веских на то причин.

По социальному срезам и отношению к учебе поток был достаточно ровным, без звезд. Не сказать, что являлись великими друзьями, но, по возможности, помогали друг другу. Никто не выделялся особенностями в достатке и не вспоминаются

случаи отчисления за неуспеваемость. Слова «хвосты» вообще в обиходе не было. Зато стремление дотянуться до стипендии присутствовало у всех. Правда, смешно сказать, на первом курсе она составляла 18 рублей, а повышенная – 23 рубля. Еще более неправдоподобным звучит утверждение, что однокашники из семей со скромным достатком и не получавшие материальной поддержки, обходились этой суммой в течение месяца. Как это удавалось, станет понятным, если вспомнить, что стакан чая в студенческой столовой стоил 3 копейки, а хлеб лежал горкой нарезанным на тарелках по центру стола совершенно бесплатно. Занятия начинались рано, а столовая открывалась чуть позднее. И с середины первой пары заметное число студентов, особенно из числа проживавших в общежитии, удалялось на завтрак, ощутимо оголяя при этом пространство аудитории. Преподаватели деликатно делали вид, что не замечают этого. Наверно, благодаря такому молчаливому согласию, учебная дисциплина находилась на приемлемом уровне.

География проживания бывших абитуриентов до поступления в ВУЗ, равно как



и места их распределения в будущем, оказалась весьма обширной: Иркутская область, Бурятия, Забайкалье, Якутия, Восток и Северо-Восток нашей страны, Сахалин, Камчатка и даже Украина.

По возрастному цензу диапазон оказался тоже широким: от 16 до 32 лет. Один отслужил в армии, а другой не только отслужил, но и закончил геолого-разведочный техникум в г. Благовещенске. Несколько человек имели производственный стаж от одного года до двух лет.

Несмотря на такую «разношерстность», атмосфера на курсе была легкой, спокойной, дружеской, веселой и достаточно демократичной, чему немало способствовал преподавательский коллектив. Например, многие хотели поскорей окунуться в настоящую производственную геологию и стремились избегать учебных практик. Нам шли навстречу, а мы в ответ сочувливо не избегали участия в сельхозработах, работали на благоустройстве территории университета и активно поддерживали общественную жизнь: демонстрации,

спортивные соревнования, художественную самодеятельность, стенную печать. Такая внешняя покорность не мешала гордо причислять себя к «неприкасаемой касте», когда все друг за друга, плечом к плечу, за правду и справедливость.

С первых шагов захватило и нравилось все. Хотелось успеть всюду, чего бы это не касалось. Мы были юными и неизбалованными, разными и не очень, примерными и не всегда, может быть заносчивыми, но порядочными. Понятно, кое-что, по мере возмужания, приобретало новые оттенки. До чего-то доходили сами, что-то корректировалось со стороны более опытных и взрослых преподавателей. Все четко знали, зачем пришли учиться, понимали, что ожидает каждого, и готовы были служить независимо ни от чего. Одно название специальности как звучало – «Геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых». Влекла романтика! Однако, пора было приниматься по-настоящему за учебу.



**Рис. 1.** Увековеченная половинка курса, 1963. Слева направо: Воробьев Е., Скотников В., Рыбинский А., Мазукабзов А., Гланц В., Кузьменко Г., Перевалов О., Цахновская (Святочевская) М., Глебов М., Харахинов В., Ивашевская Т., Козлов С., Климов В., Андреев В., Априлков С., Судаков И.

**Fig. 1.** The immortalized half of the course, 1963. From left to right: Vorobyov E., Skotnikov V., Rybinsky A., Mazukabzov A., Glants V., Kuzmenko G., Perevalov O., Tsakhnovskaya (Svyatochevskaya) M., Glebov M., Kharakhinov V., Ivashevskaya T., Kozlov S., Klimov V., Andreev V., Aprelkov S., Sudakov I.

Общеобразовательные дисциплины мы слушали в первом корпусе университета по Бульвару Гагарина, 20 (тогда ул. Набережная). Интерьер казался непривычным, из прошлого. Заслуженно привлекала архитектура со сдержанными формами классицизма, высокими потолками, ажурными арочными окнами и парадной центральной лестницей на второй этаж. По этим ступенькам и коридорам когда-то прохаживались В.А. Обручев, М.М. Одинцов, Н.А. Флоренсов, В.П. Солоненко и другие корифеи геологии. Это приятно согревало и подбадривало.

Во многих аудиториях присутствовали во всю стену встроенные шкафы, постаревшие от времени. Заслуженный возраст интерьера и учебного оборудования особенно чувствовался в химических и физических лабораториях. Кстати, в учебных планах подготовки дисциплинам этого толка было уделено особое время и внимание. Умение познать природу вещества, его состав и строение постоянно использовалось в дальнейшей работе.

На последующих курсах факультет был переведен в новый второй корпус по ул. Карла Маркса, 1. В программе появились специальные дисциплины, почувствовалось серьезное приобщение к профессии (рис. 1).

Внутренний интерьер здания был по-современному обычен, но зато вспоминаются встречи по коридору с Ю.И. Хабардиным, первооткрывателем якутских алмазов, почетным гражданином г. Мирный. На его груди за открытие месторождения красовался значок лауреата Ленинской премии. Он в это время параллельно с нами обучался на заочном отделении. Примерно к этому же времени относится открытие Марковского нефтегазоконденсатного месторождения. В студенческой среде бурно обсуждались такие события. И мы, желторотые птенцы, мечтали, надеялись и верили, что нас ждут не меньшие успехи и находки.

На завершающем этапе нас определили со всем факультетом на ул. Ленина, 3, в третий учебный корпус, исторически хорошо известное в городе здание. Здесь в марте 1964 года состоялись наши защиты дипломных проектов.

Но по-настоящему кульминационным и знаменательным моментом при окончании университета, наверное, все-таки следует считать распределение по местам будущей работы. Теперь такая процедура, практически, отсутствует и отношение к ней в разных кругах сложилось неоднозначное. Однако, в памяти тогдашних участников она запечатлилась как финальный праздничный аккорд. Все проходило у ректора в огромном с элементами декора под старину кабинете. На окнах тяжелые из бархата портьеры мягких вишневых оттенков, в тон им такие же богатые точеной работы кресла, расставленные по периметру кабинета и вдоль стола буквой «Т». Место по центру занималось ректором, по длинным сторонам сидели руководство и заведующие кафедр, как члены комиссии, а остальные места занимали представители производственных предприятий. За спинами студенчество называло их «купцами». Виновников торжества приглашали по одному, согласно очередности, установленной по среднему балу, полученному за весь период обучения. Первые имели право предпочтительного выбора, последующие ограничивались остающимися местами. За некоторых выпускников разворачивались «торги», которые заканчивались к общему удовольствию мирным союзом. А в душе новоиспеченных специалистов от геологии одновременно чувствовались и радость, и грусть! Начался совершенно новый жизненный этап, означавший расставание с беззаботным временем студенчества.

С высоты прожитых лет, ретроспективно вспоминая университетские годы, мы теперь с полной ответственностью можем заявить, что наш набор попал в непростую

полосу преобразований. Всего лишь за пять лет до нашего поступления исключили из обихода форму для студентов геологических факультетов. Трудно сегодня объяснить, почему, например, геологический факультет считал себя во всем университете привилегированным и элитным. Неужели была виновата форма, ради которой некоторых сюда тянуло? Этой традиции, как элементу корпоративной культуры, насчитывалось более 250 лет. Она укрепляла ответственность, дисциплину, формировала командный дух и имидж учебного заведения, была удобна и в работе, и на отдыхе. Смеем предположить, что тем самым из-под геологического фундамента было выбито право причислять себя к особому сословию университетских воспитанников. Сознание долго продолжало сопротивляться этой новации и, во избежание «бунта на корабле», было разрешено уже полученную форму донашивать. Мы были унылыми свидетелями этого решения, когда старшекурсники великодушно позволяли примерить напрочь засаленную фуражку. Надо отдать должное характеру поступающих и уже обучавшихся. Мы не знаем тех, кого бы это обстоятельство оттолкнуло от выбранной профессии.

Настроение повысилось, когда на третьем курсе впервые ввели в учебную программу объемный курс геохимии. Новое прогрессивное направление в области геологических знаний, получившее свое бурное развитие в те годы в г. Иркутске в связи с организацией в составе СО АН СССР Института геохимии, не могло остаться без внимания со стороны пытливого студенческого ума. И ряд выпускников геологического факультета ИГУ впоследствии навсегда связал свою трудовую биографию с этим актуальным направлением исследований не только минералов, горных пород, геологических и рудообразующих

процессов, полезных ископаемых, но и всей Вселенной.

Серьезной новацией для нас оказалось увеличение пятилетнего срока обучения на восемь месяцев. Молодежь разумно понимала, что отдаление сладостного мига окончания ВУЗа за счет увеличения сроков полевых практик того стоит. Практики считались настоящей школой профессионализма, когда многие работали на штатных должностях весь полевой сезон, а на последних курсах назначались начальниками отрядов и вели самостоятельные маршруты. Таким образом появлялась возможность приобрести большой производственный опыт. К тому же наше окончание учебы и защит переносилось на раннюю весну, что позволяло спокойно провести месячный отпуск и прибыть к месту распределения до начала полевых работ. Наконец, что не менее важно, за большой срок производственных практик мы существенно наращивали свой материальный ресурс. Позднее мы слышали, что эти реформации с шестилетним обучением достаточно быстро отменили, а намереди вроде опять заговорили о полезности его внедрения.

Восторженное настроение от вышеупомянутых реформ оставалось недолгим. Нежданно-негаданно разразилась новая оказия. Пришел указ о расформировании военных кафедр и переводе нас на трехлетний курс «военки» вместо прежнего четырехлетнего. А мы, начиная с первого курса, уже мечтали о летних сборах в «лагерях», присвоении звания младший лейтенант с должностью командира взвода дивизионной артиллерии. При этом не оставалось никаких вопросов по службе в армии. Всеми предвкушалась радость исполнения солдатами на плацу подделанного под мотив известной «Славянки» гимна в ожидании офицерского чина:

Отгремела весенняя сессия, на дворе золотая пора.

Что ж ты, милая, смотришь невесело, провожая ребят в лагеря.

Дышат лица здоровьем и бодростью, под ногами звенит полигон.

И мы носим с законною гордостью тяжесть наших солдатских погон.

Мы не зря проходили здесь тактику и быть может в суровом бою

Вспомним нашу суровую практику и солдатскую службу свою.

Достигнутое «ускорение» нам только навредило. Занятия с четверокурсниками за одним столом нас не спасли. Когда был благополучно завершён теоретический курс, отменили летние лагерные сборы. Все быстро разбежались для участия в очередном полевом сезоне по своим излюбленным партиям и отрядам. Возможность пополнить «материальные и интеллектуальные» ресурсы помогла пережить «хитрые» удары новаторов из разных министерств.

Но главная фаза коварства была спрятана за углом. Прошел ровно год и всем обучавшимся по 4-х летней программе присваивалось искомое звание без участия в трехмесячных лагерных сборах. Мы же, «трехгодичники», после завершения университетского обучения были призваны в армию. Каким при этом руководствовались принципом, понять было невозможно. Кто-то служил год, кто-то два, один в пехоте, другой в связи! Но никто в артиллерии!

Затянувшимся повествованием хотелось подчеркнуть зрелость нашего менталитета, не позволявшего настоящему мужчине избегать службы в армии. И, может быть, еще разок на конкретных примерах показать, сколько же у нас по родной России ненужной суеты и топтания на месте. Хватило всего лишь 50-60-и лет, чтобы взялись вновь за возрождение военных кафедр в ВУЗах.

Однако, не история с военными делами оказалась для нас заключительной проверкой на прочность. На дворе стояла «хрущевская оттепель» и в ее ознаменование с геологической братии донельзя срезали все надбавки, полагающиеся во время полевых работ. А кто-то говорил и думал, что с этим-то уж, будьте спокойны, мы чуть ли не шахтеров опередим! И что теперь делать!? Забыть про студенческие грезы и пройденные дороги и маршруты!? Все бросить!? Нет: «Не хлебом единым геолог сыт!» – писал в своих стихах наш одноклассник, В. Гланц. И мы шли дальше, любили, верили – сами найдем и заработаем все, что надо, потому как «ветер странствий», однажды поглотив, от себя уже не отпускает. Нас все устраивало, нам все по-прежнему нравилось.

В сложном и ответственном деле подготовки из почти уличных мальчишек специалистов, готовых к решению непростых задач на производственном или научном фронтах, участвовал огромный преподавательский коллектив. И, заглядывая сегодня в наши зачетки, за сухими формальными строчками из перечня дисциплин и оценок видишь лица всех тех, кто не только обучал нас профессии, но дарил частичку души и способствовал формированию внутри каждого надежного стержня, без которого в нашем деле не двинешься ни на шаг.

О том, насколько полученное нами образование было глубоко разносторонним, можно косвенно судить по такому факту. В 1982 году одному из выпускников нашего потока было предложено возглавить строительный факультет Братского государственного университета. Он подумал, что его, геолога, ошибочно делегируют на эту должность. Однако, ректор, доктор технических наук О.П. Мартыненко, настоял на своем, произнес фразу: «Вы же имеете университетское образование!». И этим все сказано! Назначение оказалось верным. В течение ровно 30 лет менялись названия факультета, перечень подготовки специальностей, его численность, но он неизменно рос и развивался.

Мы безмерно благодарны нашим учителям с большой буквы! Вот их имена!

Алексеева Г.Я., Бабкова М.С., Бердников А.И., Власов Н.А., Галабурда Г.С., Гарифулин А.Г., Голдырев Г.С., Гребнев П.Х., Деев Ю.П., Деуля Т.Т., Долгова Л.М., Зарубинский Я.И., Кашик С.А., Кинякин К.В., Кирьяков Г.М., Кузнецов Г.А., Кузнецов М.Ф., Ланин В.А., Латин В.В., Лихтарников Л.М., Можаровский М.С., Нагорный Г.И., Наумов В.А., Николаева ??, Одинцов М.М., Одинцова М.М., Пластинин В.В., Покатилов Г.А., Розенбаум В.Я., Розенблат ??, Самбунова ??, Солоненко М.А., Такайшвили ??, Таусон Л.В., Таусон Н.Н., Трещетников М.Н., Труфанова А.П., Флоренсов Н.А., Шеметов ??, Шервашидзе Ю.Л., Шипицин С.А. Да простят нам те, кого за давностью времен могли мы упустить или не сумели вспомнить их имена и отчества!



### Персоналии

Переходя к разговору о трудовых биографиях каждого, приходится признать, что представляемые сведения по степени подробности будут неодинаковы. Безмерно жаль, что не ценили общение, когда были доступны друг для друга. Предлагается вспомнить всех, кто не успел порадовать нас известиями о своих успехах по каким-то причинам или безвременно ушел в вечность. Но мы не сомневаемся, их достижения и удачи наверняка были значимы и интересны. Как-то так получилось, что после окончания учебы, разлетевшись кто куда, отношения даже дистанционно поддерживались очень слабо. Наверно сказывались специфика профессии и разделявшие нас расстояния, а теперешних возможностей для связи тогда еще не существовало. Запоздалые попытки наверстать упущенное, увы, ощутимых результатов не дают.

Тут уже причины в другом: не все «подсели» на волну компьютеризации; хотя, но не могут найти путь к адресату; досаждают нездоровье; кого-то досрочно призвали к Богу; по видимому, есть и те, кто не чувствует вообще потребности в общении. Самодостаточны, как теперь иногда говорят! Факт остается фактом, что на 25-и летний юбилей окончания учебы собралось в Иркутске всего 10 человек (рис. 2). На встрече в 2001 году оказалось только 6 человек (рис. 3). Попытка организовать встречу в юбилейном 2014 году (как ни как, а уже 50 лет минуло с момента выпуска), дала пробуксовку на первых шагах. Оказалось, что вместо сближения, мы растерялись по земному шару еще больше.

**Судаков Игорь и Сунцов Иван** первыми покинули наш поток, отчислившись по собственному желанию из-за семейных обстоятельств, соответственно, в 1959 и 1961 гг. Контакты с ними утеряны.



**Рис. 2.** Выпуску четверть века, 1989. Слева направо, ближний ряд: Воробьева С., Ивашевская Т., Антипина А., Ильина Л., Воробьев Е., Цахновская М., Святочевский В.; второй ряд: Антипин В., Ильин А., Донцов В., Донцова В.; стоят: Баринов Ю., Ступак Ф.

**Fig. 2.** The issue of the quarter century, 1989. From left to right, the near row: Vorobyova S., Ivashevskaya T., Antipina A., Ilyina L., Vorobyov E., Tsakhnovskaya M., Svyatochevsky V.; second row: Antipin V., Ilyin A., Dontsov V., Dontsova V.; stand: Barinov Yu., Stupak F.



**Рис. 3.** В минералогическом музее факультета, 2001. Сидят слева направо: Антипин В., Ильин А., Андреев В. Стоят: Скотников В., Воробьев Е., Анисимов В.

**Fig. 3.** In the Mineralogical Museum of the Faculty, 2001. They sit from left to right: Antipin V., Ilyin A., Andreev V. Are standing: Skotnikov V., Vorobyov E., Anisimov V.

**Андреев Валерий Владимирович** (рис. 4) начинал вхождение в профессию учеником 8-9 класса с увлечения геологией, посещая историко-краеведческий кружок Дворца пионеров г. Иркутска. Окончательно стать геологом решил по примеру старшего брата, доктора геолого-минералогических наук Г.В. Андреева.

Завершив с отличием обучение в университете, был направлен в Бурятское геологическое управление (Сизых, 2009). Сначала в должности старшего техника-геолога, а потом геолога, работал в составе Удино-Витимской и Озерной экспедиций на разведке Озерного колчеданно-полиметаллического месторождения. Тяга к научным исследованиям привела его в заочную аспирантуру и переходу в 1968 г. на кафедру полезных ископаемых геологического факультета Иркутского госуниверситета на должность ассистента, а затем старшего преподавателя.



**Рис. 4.** Андреев В.В., 1980 г.

**Рис. 4.** Andreev V.V., 1980.

Обучение в аспирантуре под руководством доцента С.Г. Галабурды заканчивается в 1969 г. успешной защитой кандидатской диссертации на тему «Геология, петрография и вопросы генезиса Озерного колчеданно-полиметаллического месторождения (Западное Забайкалье)». В 1971 г. избирается доцентом кафедры.

С 1978 по 1979 г. преподавал в Национальном институте нефти, газа и химии в г. Бумердес (Алжир).

В должности декана геологического факультета университета работал с 1980 по 1984 год, а затем до 1986 г. сначала заведовал кафедрой полезных ископаемых, а потом работал ее доцентом до своей кончины в 2009 году. Опыт специалиста с широким кругозором в области геологии рудных месторождений приобрел, работая в регионах Западного Забайкалья, Прибайкалья, Северо-Востока России, Северного Сахалина, Южных Курил, Урала, Карелии, Казахстана, Монголии, Германии, Чехословакии, Алжира и др. Неоднократно проходил повышение квалификации на базе Московского и Ленинградского университетов, Фрайбергской горной академии (Германия), Университета им. П. Валери (Франция). В 1999 г. избран членом-корреспондентом МАН по экологии и безопасности жизнедеятельности. Имеет более 110 публикаций и является автором и соавтором геологических отчетов, в том числе по разведке Озерного месторождения с подсчетом запасов.

Творческие и трудовые успехи отмечены денежной премией Министерства геологии СССР за разведку Озерного месторождения, знаками «Победитель соцсоревнования», «Ударник XI пятилетки», почетными грамотами, благодарностью посла СССР в Алжире. Удостоен почетных званий «Ветеран труда» и «Заслуженный геолог Республики Бурятия». При факультете возглавлял Совет Ассоциации выпускников и сотрудников. Увлекался поэзией и был Председателем редакционного Совета по изданию поэтического

сборника «Антология геологической поэзии Сибири».

**Анисимов Вячеслав Васильевич** покорила всех приветливостью, яркой улыбкой и крутым спортивным телосложением. До поступления в университет в течение года работал на производстве. К учебе относился увлеченно, был дисциплинирован. Учебные и производственные практики проходил в составе КТЭ, ИГСЭ и ВСНГ. Умело сочетал занятия со спортом. С первого курса был избран Председателем ДСО «Буревестник» факультета.

Трудовую биографию после распределения в Иркутскую ГСЭ начинает с работы в Марковской геофизической экспедиции на территории Сибирской платформы. С 1970 по 1972 гг. занимается детальными поисково-съёмочными работами м-ба 1:50 000 в районе железорудных месторождений Ангаро-Илимской группы. С 1973 г. возглавлял ряд поисково-съёмочных партий в Усть-Илимском, Братском и др. районах Иркутской области. В 1983 г. переведен в Ангарскую экспедицию для работы в партии по разведке железорудных месторождений. Затем руководит укрупненной партией по проведению поисково-съёмочных работ м-ба 1:50 000 от Иркутской ГСЭ (Геологи ИГУ, 1999). В 1985 г. уходит из системы МинГео РСФСР и возглавляет сначала Сибирскую партию по разведке стройматериалов, а затем управление «ВостСибуглеразведка» (ВостСибуглеразведка, 2023). Несколько лет находился в заграничной командировке на Ближнем Востоке.

Жизнь скоростно обрывается в 2002 году (Некрополь, 2002).

**Антипин Виктор Сергеевич** (рис. 5) в школьные и студенческие годы во всем проявлял высочайшую собранность, трудолюбие и волю. До сих пор помнятся блестящие выступления по программе мастеров спорта в спортивной гимнастике и неустанный стремление к достижению очередных высот. Эти качества характера ярчайшим образом воплотились в трудовой биографии.





**Рис. 5.** Антипин В.С., 2020 г.

**Fig. 5.** Antipin V.S., 2020.

После окончания средней школы с серебряной медалью в ряды студентов-геологов привел его тот самый «бродяжий дух», который завладел душой юного школьника во время участия в топографической экспедиции (Сизых, 2009). После окончания университета решением комиссии по распределению направляется в Институт геохимии СО АН СССР и принимается на должность старшего лаборанта. Уже в 1970 г. под руководством члена-корреспондента АН СССР, доктора геолого-минералогических наук, профессора ИГУ, директора Института геохимии Л.В. Таусона защищает кандидатскую диссертацию по теме «Геохимия и петрология мезозойского гранитоидного магматизма Пришилкинской структурной зоны Восточного Забайкалья». На основе расширенных исследований в русле избранного научного направления в 1987 г. защищает докторскую диссертацию на тему «Геохимическая эволюция и происхождение известково-щелочных и субщелочных магматических пород (на основе коэффициентов распределения элементов)». Работы по геохимии нацелены теперь на анализ закономерностей распределения и поведения элементов с целью установления геохимической

направленности процессов магматизма, выявления критериев потенциальной рудоносности магматических пород и изучения характера связи с ними разнообразного оруденения. В совокупности такие факторы как концентрация элементов в исходных магмах, количественные соотношения минеральных ассоциаций, температура расплава, состав флюидной фазы и др. определяют накопление или уменьшение концентраций элементов в продуктах магматической эволюции. На основе установленных закономерностей распределения элементов в разных геохимических типах магматических пород разработаны количественные критерии различия рудоносных и безрудных типов гранитоидов. Этот опыт был успешно применен во время детального изучения редкометальной серии Li-F гранитов, их дериватов и связанной с ними минерализации в Прибайкалье и Монголии. На основе региональных обобщений по петрологии, минералогии, геохимии и рудоносности гранитоидов Забайкалья и Монголии проводит их геохимическую типизацию, разрабатывает петролого-геохимические модели происхождения и минералого-геохимические критерии потенциальной рудоносности.

Кроме научной работы активно участвует в формировании нового поколения геологов, возглавляя с 2004 по 2014 г. на геологическом факультете ИГУ базовую при ИГХ СО РАН кафедру геохимии. Разработал и читал оригинальный курс лекций «Геохимия магматических процессов».

Работая в должности ведущего (с 1987 г.) и главного (с 1989 г.) научного сотрудника на примере позднекайнозойского вулканизма Курило-Камчатской островодужной системы и вулcano-плутонического магматизма Монголо-Охотского пояса устанавливает основные минералого-геохимические особенности и критерии различия гранитоидов при формировании в условиях резкого контраста геодинамических обстановок. Возглавив лабораторию региональной геохимии магматических пород с 1992 г., а затем отдел геохимии эндогенных процессов с 2007 г., организовал углубленное исследование разновозрастного гранитоидного магматизма,



формирующегося в различных геодинамических обстановках в южном обрамлении Сибирской платформы. Весь спектр геологических и петролого-геохимических исследований проводился совместно с коллективом единомышленников и продолжается по грантам при поддержке РФФИ и РНФ. По программе исследований опубликовано более 350 научных работ, в том числе 9 монографий, включая коллективные, и учебное пособие «Геохимия эндогенных процессов» (2006).

На редкость работоспособный коллектив, с привлечением молодых геологов после окончания учебы на базовой кафедре геологического факультета ИГУ, приблизил их к познанию основ геохимической науки и был сформирован благодаря авторитету, знаниям и энтузиазму директоров Института геохимии СО РАН академиков Льва Владимировича Таусона и Михаила Ивановича Кузьмина.

Одним из важных сопутствующих научных интересов является внимание к астрономическим проблемам. В 2002 г. принимает участие в экспедициях по поиску упавшего в Бодайбинском районе Витимского болида. Состав обнаруженных сферул из разрушенных фрагментов метеорита был исследован и данные опубликованы. В 2013 г. и позднее подверглись анализам в ИГХ СО РАН и исследовались обломки метеорита «Челябинск», собранные группой энтузиастов на большой территории Челябинского региона. Принимал участие в трех комплексных экспедициях на загадочный Патомский кратер в Бодайбинском районе Иркутской области. В результате впервые была составлена геологическая карта этого объекта и обоснована его эндогенная природа, не имеющая отношение к падению метеорита, а вероятно связанная с проявлением молодого вулканизма (около 500 лет назад) (Антипин и др., 2015; Воронин и др., 2020).

Владея английским и немецким языками, принимал неоднократное участие в работе международных конгрессов и конференций (США, Япония, Китай, Тайвань, Вьетнам, Индия, Англия, Болгария, Германия, Испания, Италия, Франция, Финляндия, Польша,

Монголия, Египет, Турция, Чехословакия и др.).

Подготовил пять кандидатов наук. Среди них директор Института геохимии СО РАН, доктор наук А.Б. Перепелов, окончивший геологический факультет ИГУ в 1980 г., и директор Геологического института Монгольской АН (г. Улан-Батор) Одгэрэл Дашдоржгоочоо. Присвоены звания профессора и действительного члена РАЕН.

Из государственных наград Российской Федерации имеет: почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» и Орден Дружбы. К ним добавляются государственные награды Монголии: медаль «Найрамдал» («Дружба») и звание «Почетный доктор Академии наук Монголии (г. Улан-Батор)» за многолетние исследования в работе Советско-Монгольской комплексной геологической экспедиции и руководящей образовательной роли в воспитании молодых геологов Монголии. Руководством Европейского Союза (Брюссель, Бельгия) награжден Золотой медалью за исключительные научные достижения. В связи со 100-летием Государственной Геологической службы Восточной Сибири (1988 г.) награжден медалью Первого геолога Сибири академика В.А. Обручева. В связи с 350-летием основания г. Иркутска отмечен Памятной медалью основания города (1661-2011).

**Апрелков Станислав Сидорович** был из скромной семьи в пять человек (мама, бабушка, сестра и брат) с непростой историей. Папа погиб в Великую отечественную войну, а отчим умер в 1955 г. Родился в с. Кижинга Бурятской АССР, здесь же начал школьное обучение, а заканчивал в республиканской школе-интернате г. Улан-Удэ. До поступления в университет в течение года подрабатывал лаборантом физического кабинета. В студенчестве принимал активное участие во всех мероприятиях курса, факультета и университета. Был отзывчивым, общительным и приветливым. К учебе относился ответственно. За периоды полевых практик успешно поработал техником-геологом в районах Сибири и Приамурья.

Комиссией по распределению был направлен в Северо-Восточное геологуправление, г. Магадан, пос. Ягодное, где

специализировался по поискам и оценке золоторудных месторождений. Тесных контактов с сокурсниками не поддерживал. К сожалению, жизнь оборвалась по неуточненным данным в районе 1988 г. Жена с сыном выехали из поселка в неизвестный регион.

**Баринов Юрий Федорович** (рис. 6) родом из г. Нижнеудинска, там же закончил школу. Профессию геолога выбрал вслед за братом, работавшим когда-то в Гане. Был постарше нас, 1936 года рождения, и перед поступлением имел двухлетний производственный стаж, отработав 2 года маршрутным рабочим и оператором на газопромысле. По характеру отличался необычайной скромностью, добротой, дружелюбием и простотой. На лице всегда проглядывала ироническая улыбка, а в глазах искрилась некая хитринка. Заложенный в нем от природы потенциал расходуется в период учебы на факультете не спешил. Но имевшийся производственный опыт с лихвой проявлял во время учебных и производственных практик, исполняя обязанности коллектора, техника-геолога и помощника бурового мастера III разряда.

По распределению был направлен в Восточный геофизический трест, позднее выросший до крупнейшего в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке стратегического специализированного треста «Иркутскгеофизика». Вся последующая профессиональная судьба оказалась тесно связанной с научно-практическим применением высокоэффективных методов сейсмозондирования при изучении глубинного строения Сибирской платформы, будущей трассы БАМ и поисках широкого спектра полезных ископаемых. Способность одновременно держать в поле ответственности широкий круг задач, подлежащих решению, – от хозяйственного обеспечения коллектива до слаженной работы всех звеньев рабочей цепочки и сложнейшей аппаратуры – позволили к 1978 году прошагать путь от геолога и главного геолога до опытного геолога – производственника Иркутской школы и начальника партии по призыванию. Дальше менялись только названия партий и география площадей. Но данные, полученные этими коллективами, до наших дней не потеряли своей актуальности и

продолжают широко использоваться в исследованиях и оценке обширных территорий (Иркутскгеофизика – наша судьба, 2007). Имеет на счету соавторство во множестве геологических отчетов, а общие итоги труда неоднократно отмечались премиями и грамотами. На пенсию вышел в 1993 году.



**Рис. 6.** Баринов Ю.Ф., 2018 г.

**Fig. 6.** Barinov U.F., 2018.

Доводилось слышать от коллег и близких о редком сочетании в характере мягкой щедрости и стойкого стержня Сибирского Мужика! Был справедлив и честен при полном отсутствии тщеславия. Не отказывал себе отдохнуть на охоте с рыбалкой, прокатиться на авто с ветерком, сгонять одну-другую партию в бильярд, нарды или шахматы. Был страстным поклонником хоккея с шайбой и футбола, а через родного брата, известного в Иркутске тренера, обеспечивал всех окрестных мальчишек во дворе формой, клюшками и мячами.

Заботливо опекал свою дружную семью, отвечавшую ему теплым вниманием и заботой. Поддерживал тесные отношения с

братьями. Любил отдых на природе и веселые встречи в своем загородном доме на Байкале, угощая при этом собственноручно заготовленными соленьями и свежими пирогами. Супруга по мере сил и возможностей выезжала с ним и детьми на полевые работы (не стало в 2021 году). Дочь до сих пор вспоминает, как «кормила» комаров в походах за грибами, ягодами и отчаянные рыбалки. А сын с 6-ти лет провел с отцом 20-ть рабочих сезонов и 9 из них исполнял обязанности водителя вездехода. В Москве и Иркутске мужают трое внуков.

Попрощался с нами после инфаркта и двух инсультов в 2020 году мудрой полуулыбкой и молчаливым взмахом руки.

**Воробьев Евгений Иванович** (рис. 7) в нашем выпуске был постарше большинства на два года и перед поступлением имел трудовой стаж работы слесарем второго разряда на заводе № 411 в Иркутске. Высокий красавец, в глазах доброжелательность. Справедливо казался более умудренным опытом. Всегда спокоен, выдержан, уверен, на все вопросы имел ответы, любые трудности считал преодолимыми. Таким же был и в учебе, надежным лидером, старательным, жадно поглощающим новое со стремлением к открытиям. О таких говорят: «Геолог от Бога!». И главные качества – верность дружбе и преданность профессии.



Рис. 7. Воробьев Е.И., 2005 г.

Fig. 7. Vorobyov E.I., 2005.

По распределению был направлен в лабораторию высокотемпературных метасоматитов Института геохимии СО АН СССР на должность лаборанта. В 1972 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Sr и Ba в эндогенных карбонатных породах Восточной Сибири» под руководством доктора геол.-мин. наук лауреата Ленинской премии Л.К. Пожарицкой. К 1998 г. стал ведущим научным сотрудником лаборатории геохимии рудообразования и геохимических методов поисков при этом же институте.

В область интересов входили геохимия, минералогия, геохимические методы поисков, выявление и изучение новых и редких видов минерального сырья. За свою трудовую биографию достиг уровня крупного специалиста по минералого-геохимическим методам поисков месторождений, с помощью которых им лично и при непосредственном участии открыто 35 новых и перспективных проявлений различных полезных ископаемых, в т.ч. ранее неизвестных генетических типов. Активно участвовал в изучении месторождений ювелирно-поделочных камней, пьезооптического сырья и лазурита. Совместно с доктором геол.-мин. наук А.А. Коновым исследовал и описал находку нового поделочного камня в Якутии – дианита (голубого нефрита). В активе имеет участие в открытии и описании новых минералов: таусонит, денисовит, олекминскит и др.

Им опубликовано 180 научных работ, в т.ч. 5 монографий. Имеет 8 авторских свидетельств и патентов на методы поисков месторождений. Был увлечен познанием тайн природы, бесконечно влюблен в геологию, отдав себя без остатка служению науки. Был награжден медалями «Ветеран труда» и «Заслуженный ветеран Академии наук СССР».

Скоропостижно скончался от разрыва сердца в 2005 году во время экспедиции к Патомскому кратеру (Бодайбинский р-он, Иркутская область). Святое дело отца продолжает сын, О.Е. Воробьев, выпускник ИПИ 1983 года, зам. Руководителя Красноярского филиала Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых.

**Гланц Владимир Иосифович** (рис. 8) родился в Донецке в семье военного и сполна наслаждался кочевой жизнью. Рассказывал



даже, что она ему нравилась. Не потому ли, когда при очередном переезде оказались в Чите, да еще величество случай познакомил с семьей геологов, много раздумий не потребовалось, чтобы остановить свой выбор на этой профессии. Из детства пригодились краеведческий кружок и первый производственный опыт в 15 лет с окладом маршрутного рабочего.



Рис. 8. Гланц В.И., 2023 г.

Fig. 8. Glants V.I., 2023.

Только тайга, похоже, сразу решила испытать на прочность паренька. В первом же походе столкнулись с медведем. Серьезности намерений эта встреча не поколебала и для продолжения обучения вчерашний школьник выбирает геологический факультет ИГУ. В студенчестве всегда был на виду, строг, подтянут и опрятен, дисциплинирован, коммуникабелен, с активной жизненной позицией. По завершению обучения распределяется в Читинское геологическое управление. Здесь в составе Хилок-Витимской партии Комплексной геолого-съёмочной экспедиции на должности геолога и старшего геолога успешно занимается съёмкой м-ба 1: 50000 в пределах Кодаро-Удоканской структурно-формационной зоны. Является соавтором ряда отчетов. В период с 1968 по 1969 г. проходит армейскую службу военным корреспондентом в пограничных войсках ЗаБВО, совмещая ее с обязанностями журналиста газеты «На боевом посту». Побывал во многих точках восточных рубежей нашей границы. Во все времена увлекался поэзией и является автором поэтических сборников «Горный хлеб» (1973), «Благодаря и вопреки» (1994), «Дневники» (1995–2006). С 1969 г. член Союза журналистов СССР. Его творчество глубоко пронизано буднями геологической романтики.

Таежная жизнь, ты была или мною придумана?  
Ты ломишься в сны и бракуешь пустые слова.  
Неужто мы были когда-то безоблачно юными  
И, так, за спасибо, попали в твои жернова?  
Неужто тебя не пугали домашние мальчики?  
Ведь сколько сошло с нас кровавых маршрутных потов,  
Пока уловили – таежная строгость обманчива.  
Но это случилось не сразу. Не быстро. Потом.  
Мы трудно менялись. Осыпалась лжи позолота.  
Стал сладок вкус черствого хлеба и талой воды.  
Угрюмый каньон и бесстрастные всхлипы болота –  
Повсюду ты нам позволяла оставить следы.  
Ты знала, что это не зря и, пожалуй, навечно.  
Вкусивший от правды, не станет кормиться от лжи.  
Таежная жизнь, ты была или память изменчива  
И носит за нами желанные нам миражи?



Стихи проверены временем. Немало строк ушло в народ и стали крылатыми среди геологической братии: «Корявая жизнь у этих геологов», «Не хлебом единым геолог сыт», «Жизнь когда-то в рюкзак помещалась». Вполне заслуженно считать, что наш коллега состоялся и как профессионал-геолог, и как поэт. В 1978 г. по семейным обстоятельствам уезжает в г. Донецк, где в должности старшего геолога работает в партии от ПО «Укруглегеология» по решению проблем газонасыщенности шахтного пространства. В начале 90-х семья готовится к переезду за рубеж. Это решение не было простым и легким. В беседах с самим собой появляется неизбывная тоска. Рождаются ностальгические строки: «Но дым отечества приятен, коль жизнь не мерится рублем», «Прощай, любимая Россия! Смогу ли выжить без тебя?», «Хоть мир хорош, но от чего так нестерпимо больно?». С 1994 г. постоянно проживает в США.

«А жизнь одна-такая арифметика. И Родина одна-такой, брат, парадокс! И нет назад желанного билетика, и русский не кончается вопрос. Пусть, кто куда, а я ночами плаваю все вдаль-в ее материки, как будто Без меня не стать ей вновь державою, да и счастливой – тоже не с руки.»  
В.Г.

**Глебов Михаил Павлович** (рис. 9) честно признается, что геологией не грезил. Правдолюб и миротворец, по родословной линии принадлежит семье известного в Санкт-Петербурге судьи Михаила Павловича Глебова и дорога в юриспруденцию, казалось, была предопределена. Любовь к животным могла легко привести в стан ветеринаров. Рожденный в Ленинграде, где все наполнено морской экзотикой, корабли у набережной р. Невы, офицеры в парадной форме с кортиками, бескозырки курсантов с зюйдвестками, прочитанные книги о великих флотоводцах, не раз кружили голову морским будущим. Но на пороге окончания школы в памяти из детства волшебным образом сначала всплыли загадочные картинки под тонким папирусом и колдовское содержание великолепно изданной «Малахитовой шкатулки» П. Бажова.

Вслед за этим перед глазами воскресли однажды виденные на форме родственника студента-геолога золотые эполеты с загадочными молоточками. Любовь к природе, путешествиям и перемене мест окончательно определили выбор профессии. Поступает без особых усилий на геологический факультет Иркутского госуниверситета. За учебу взялся, как и в школе, старательно, трудолюбиво, не разбрасываясь.



Рис. 9. Глебов М.П., 2008 г.

Fig. 9. Glebov M.P., 2008.

Оперативно завершив учебную практику после первого курса, на остаток сезона устроился маршрутным рабочим в производственную партию Нижнеангарской экспедиции (Северное Прибайкалье). Все остальные практики, вплоть до преддипломной, проходил в Мамско-Чуйском районе с одним и тем же отрядом лаборатории геохимии пегматитов Института геохимии СО АН СССР.

Учебу завершил с отличием и получил приглашение в аспирантуру при названном выше институте. В 1967 г. после завершения обучения был переведен на должность младшего научного сотрудника. В 1970 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Минералогическо-геохимические особенности мусковитовых пегматитов Гутаро-Бирюсинского района» под руководством заведующего лабораторией геохимии пегматитов, доктора геол.-мин. наук Б.М. Шмакина. И затем до 1975 г. занимался изучением редкометальных

пегматитов Восточно-Саянской провинции и Кольского п-ва.

Дальнейшая трудовая биография до 1980 г. была связана с ВостСибНИИГГиМСом, где на должности ст. науч. сотр. руководил темой «Оценка оловоносности Саяно-Байкальской горной области». Результатом работ явилось обнаружение в Хамар-Дабане массива Li-F гранитов, онгонитов и сопутствующего Sn-W оруденения (Кожевников и др., 1976 и 1979).

После переезда в г. Братск работал 1.5 года старшим инженером Отдела исследований стройматериалов при Управлении БГЭС, а в 1981 г. был принят переводом на должность старшего преподавателя кафедры Производство строительных изделий и конструкций строительного факультета Братского индустриального института. В 1982 году избран деканом этого факультета и в этой должности проработал 30 лет. Институт за это время стал университетом, а факультет, успешно развиваясь, усиливал экономический профиль, наращивал численность, увеличивал перечень культивируемых специальностей и выпускающих кафедр, рождал смежные подразделения и менял названия.

В 1994 г. получил второе высшее экономическое образование. В 1985 г. присвоено звание доцента, в 2001 г. – звание члена-корреспондента МАЭН, в 2008 г. – звание профессора. Подготовил двух кандидатов наук. Опубликовал 146 работ, в том числе 13 авторских свидетельств на изобретение (область строительных материалов и отходов), 2 учебных пособия, один видеофильм с грифом УМО, 2 научных отчета, 8 учебно-методических указаний.

Ветеран труда. Имеет знаки «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации», «За развитие энергетики Приангарья», «Победитель социалистического соревнования». На пенсии с 2013 года.

**Громов Анатолий Иванович** (рис. 10), выросший в Даурии, до удивления, с зеркальной точностью отобразил в своем характере и внешности крутой замес из лучших черт забайкальского гурана: русский богатырь с цыганской внешностью, казак с шашкой наголо, метис-красавец от Востока. Несгибаемый характер, жесткий, прямой, справедливый и непреклонный. Таким он прошел весь свой короткий жизненный путь, таким он запомнился на курсе. Более чем справедливо, за ним с детства закрепилась прозвище «Гром». В тех краях, где вырос, так говорят: «Слабого

сожрут, борзого обломают, а мямлю просто не заметят в упор». За выбором профессии, рассказывают, стоит трагикомический сюжет. Добрый приятель предложил вместе поступать на геофак ИГУ, а сам экзамены завалил с напутствием другу: «Молодец, тебе повезло!». Преданный товарищ не изменил договоренности и взялся жестко за учебу. Теоретические знания надежно закреплял на производственных практиках в составе Прибайкальской экспедиции на должностях рабочего, младшего техника и техника. Распределился в Читинское геологическое управление и в составе Восточной ГРЭ, а затем КГСЭ-ЦГСЭ прошел путь от старшего техника до начальника партии, занимаясь геологической съемкой м-ба 1:50 000 (А путь и далек и долог, 2010). В период с 1978 по 1981 гг. находился в заграничной командировке. Проводил геолого-съёмочные работы на территории Алжирской Народной Демократической Республики. По успешным результатам труд старшего инженера-геолога отмечен Почетной грамотой Экономсоветника Посольства СССР за производственные успехи в социалистическом соревновании и за достойную встречу 110-ой годовщины со дня рождения В.И. Ленина. Попутно награжден грамотой за первое место в командном первенстве по волейболу.



Рис. 10. Громов А.И., 1979 г.

Fig. 10. Gromov A.I., 1979.

Автор и соавтор многих геологических отчетов. Один из первооткрывателей Олекминского редкометального месторождения. Награжден «Почетной грамотой МинГео СССР», знаком «Отличник разведки недр» и медалью «Ветеран труда».

Покинул нас сильным и непокоренным в 1991 году. Весь трудовой путь прошел бок о бок с женой, Т.Г. Громовой, выпускницей Миасского геолого-разведочного техникума и Томского университета, геологом II категории. Младший из сыновей попробовал прикоснуться к отцовской романтике старателем на золотых приисках Забайкалья. Все нарушила полученная травма.

**Девярых Геннадий Иннокентьевич** среди нас был по возрасту старшим. Рождения 1926 г., из рабочей семьи Благовещенска. Коренастый, невысокий, ладно сложенный, с легкой лысцей, но зато скуластый с мужественными чертами лица и военной выправкой. Все неслучайно, потому как до поступления в университет обучался в Благовещенском геолого-разведочном техникуме и в 1944 г. был призван в армию. После окончания воинской службы в 1950 г. продолжил обучение в техникуме. По первому геологическому образованию до 1957 г. работал участковым геологом Северо-Енисейского ПУ треста «Енисейзолото».

Перед поступлением в университет прошел годичное обучение на подготовительных курсах. На занятиях всегда располагался за первым учебным столом, проявляя максимум сосредоточенности и внимания. С сокурсниками был сдержан и почтителен. После отмены военного дела в 1962 г. было присвоено звание младшего лейтенанта запаса.

По распределению вернулся к семье в Благовещенск и трудился от АмурРайГРУ на поисковых работах по россыпному золоту, пригодного для дражной разработки (Васильев, Мельников, 1999). В составе Дамбукинской экспедиции, бассейн р. Иликан, в долине рч. Сардангро коллективом была выявлена россыпь с запасами золота по категории С2 более двух тонн (Сардангро, 2023). Является автором ряда отчетов.

**Дмитриев Борис Михайлович** (рис. 11) родился в старинном приволжском селе Бобровка, основанном отставным солдатом

Алексеевской крепости на берегу озера с бобровыми угодьями. Жизнь семьи определялась профессией отца, военного врача-эпидемиолога, дослужившего, в будущем, до звания генерал-майора медицинской службы. Детство и школьные годы прошли в Монголии, Забайкальском крае (военный городок Даурия), Чите, где рано возмужал и стал серьезным. Учеба давалась легко, особенно любил химию, географию, черчение, школу окончил с серебряной медалью, решив избрать стезю военного. И поступил в Киевский авиационный институт, который пришлось оставить по семейным обстоятельствам.



Рис. 11. Дмитриев Б.М., 2009 г.

Fig. 11. Dmitriev B.M., 2009.

Загадочность и необъятность просторов Забайкальских степей звали мечтательного юношу продолжить бороздить безграничные просторы России. Наверно этим и определился последующий выбор профессии геолога, полной путешествий, романтики неизвестных дорог и интересных открытий. Из самых что ни на есть самарских волжан по внешности и характеру, мужественный и сильный, широчайшей души и уравновешенности, в нашем коллективе выделялся общительностью, приветливостью, сердечной



добротой, легкостью в контакте, порядочностью и надежностью. С неизменной теплотой вспоминал и рассказывал про жизнь в общезжитии. Со студенческих лет и до конца дней своих пронес дружбу с А. Кимом. Всегда жили по соседству и работали бок о бок на Камчатке.

К учебе относился ответственно и увлеченно. Особая любовь к минералогии и тяга к ребятишкам завершились руководством геологическими кружками в г. Иркутске. Уже на первых практиках ему доверялась работа на должности старшего техника. По-своему символичными стали производственная и преддипломная практики на Камчатке, определившие всю дальнейшую жизнь. С натурой мечтателя невозможно было не влюбиться в эту загадочную страну молодых вулканов и термальных источников и по распределению направляется сюда к постоянному месту занятости. В 1969 г. проявляет особый факт решительности. Встретив молодую учительницу С. Конакову, через три недели дарит руку и сердце на всю счастливо прожитую жизнь.

Работал на протяжении 50-ти лет по всей территории Камчатского края техником-геологом, прорабом-геологом, начальником отряда, старшим геологом, заместителем начальника партии, начальником группы, ведущим специалистом по тематическим, поисковым и геолого-съемочным работам в составе Камчатской поисково-съемочной экспедиции ПГО «Камчатгеология». Автор и соавтор многих геологических отчетов. Составитель сборника, обобщающего материалы по хромитовым месторождениям и рудопроявлениям Камчатки. Среди коллег носил шуточное прозвище Дунит Хромитович. Любовь и преданность профессии, полученные знания и опыт высоко оценены коллегами. За добросовестный труд неоднократно награждался Почетными грамотами. Имеет Золотой почетный знак Горнопромышленной ассоциации Камчатки. Выйдя на пенсию в 1995 г., продолжал участвовать в инженерно-геологических изысканиях в составе Камчатгеологии до 2014 г. (Геологи ИГУ, 1999). В часы досуга любил посидеть, задумавшись, под сенью яблонь на крылечке уютной дачи,

построенной собственноручно. Всмотрившись вдаль, где, казалось, видит, по чуть виднеющимся вдали склонам вулкана ведет к вершине очередную группу экстремалов младшая дочь, Дарья Дмитриева (Волынец). Ставшая горным гидом, получив знание языков, не продолжила профессию отца. Но уже более 20 лет на вопросы гостей из разных уголков России и мира всегда отвечает: «Я – дочь геолога! Это папа передал мне любовь к вулканам и Камчатке!».

Грустная весть о кончине сокурсника пришла в 2019 году.

**Донцов Виктор Викторович** (рис. 12) не сомневаясь пошел по стопам отца, Виктора Филипповича, известного руководителя, геолога, эрудита и интеллектуала, возглавлявшего на пике карьеры Мегетскую геофизическую экспедицию. Домами тесно дружили с М.М. Одинцовым и Г.Х. Файнштейном. Такая мощнейшая аура безусловно подсказала выбор профессии.



**Рис. 12.** Донцов В.В., 1972 г.

**Fig. 12.** Dontsov V.V., 1972.

Наш сокурсник, следуя устоям семьи, закончил школу с серебряной медалью, получив при этом еще и блестящее музыкальное образование. Не случайно и его характер был



гармоничен, как сама музыка. Задумчив, доброжелателен, отзывчив, скромен, порядочен. Мы отмечали его свадьбу первой на курсе. Бывало, просто заходили на огонек в гостеприимную семью и неизменно просили исполнить любимый всеми четвертый этюд Шопена. С этого начиналась любая встреча.

К учебе относился трудолюбиво и ответственно, что поспособствовало продолжению творческого роста через аспирантуру при ИГУ под руководством М.М. Одинцова. После ее окончания за 30 лет трудовой деятельности в ВостСибНИИГГиМСе прошел путь от старшего лаборанта до старшего инженера первой категории. Основным направлением в исследовании являлась геолого-экономическая оценка минерально-сырьевой базы Восточно-Сибирского региона и зоны БАМ по рудным и нерудным полезным ископаемым. При его участии в срок и с высоким качеством были подсчитаны и защищены запасы Зун-Холбинского месторождения золота в Бурятии и уточнены запасы ряда полиметаллических месторождений Забайкалья. Как ведущий специалист последнее десятилетие занимался проблемами геоэкологии и природопользования Южной части Восточно-Сибирского региона. Является автором комплекта региональных геоэкологических карт м-ба 1:1 000 000.

На всех этапах деятельности за глубокий профессионализм и высокую ответственность неоднократно поощрялся и награждался. С 1999 г. переводится на бессрочную инвалидность и в 2001 г. увольняется по собственному желанию в связи с выходом на пенсию. Безвременно ушел в 2004 г. после продолжительной болезни (Некрополь, 2004).

**Ивашевская Татьяна Ивановна** (рис. 13) являлась хранительницей лучших традиций и характеров старорусской интеллигенции Иркутска. Сибирское великодушие, приветливость с искоркой во взгляде, обстоятельность во всем, спокойная деловитость, мягкость в манерах, опрятность и благопристойность, жизнерадостность и гостеприимность, преданность домашнему уюту. При всем, при том, в нашей непростой профессии оказалась неслучайно.



Рис. 13. Ивашевская Т.И., 2019 г.

Fig. 13. Ivashkevskaya T.I., 2019.

Сначала заразительным примером послужил брат, закончивший чуть раньше наш же факультет. Затем свои пристрастия проверила на занятиях в геологическом кружке, где влюбилась в минералогию и увлеклась коллекционированием минералов. А после окончания школы еще и поработала в течение года препаратором на кафедре исторической геологии ИГУ. Этого оказалось достаточно, чтобы стать студенткой геологического факультета. К учебе приступила со всей серьезностью. Была дисциплинирована, настойчива и, в меру, амбициозна. Однако, мужскому окружению с трудом удавалось представить нашу сокурсницу с геологическим молотком в руках и в полевой робе. Казалось, не к лицу!

Последующая трудовая биография наши сомнения частично опровергла. По распределению уезжает в Бодайбинскую экспедицию на должность старшего техника в полевую геолого-съёмочную партию, где через два года поднимается на ступень геолога-геоморфолога. А в 1967 г. партия ликвидируется и по благоприятному стечению обстоятельств переводом направляется в Иркутскую ГСЭ, поближе, так сказать, к «городской жизни». Здесь работает в составе различных партий геологом до 1975 г., в т. ч. отвечая за перфокартографический учет геоматериалов. Затем на непродолжительный период переводится в Центральную химическую лабораторию ИГУ, где при минералого-петрографической лаборатории работает сначала старшим лаборантом, а потом инженером-петрографом до 1979 года. И в этом же году возвращается в ИГСЭ, погружаясь полностью в минералого-

петрографические исследования с периодическими выездами на полевые работы в составе различных партий.

В 1994 г. в период развала геологической отрасли выходит на пенсию, чтобы вернуться к любимому делу в 2000 г. на должность минералога ЗАО Маракан-М (Сибирская геологическая компания). Удостоена медали «Ветеран труда». И лишь в 2012 г. окончательно выходит на заслуженный отдых. Тяжелый недуг настиг в 2022 г.

**Ильин Анатолий Степанович** из рабочей семьи отличался на курсе высочайшей скромностью, собранностью и трудолюбием. По сложным семейным обстоятельствам работать начал рано и одновременно учился в школе рабочей молодежи. Волею случая судьба свела с отрядом геологов, взявшего его, мальчишку, маршрутным рабочим. Это и определило дальнейшую судьбу.

В университет поступил зрелым и закаленным мужчиной, отслужив два года в рядах советской армии. К учебе относился ответственно и старательно. Активно занимался лыжным спортом, постоянно привлекался к оформлению стенной печати. Стеснительный и приветливый не отказывал иногда себе в удовольствии в студенческой компании извлечь видавший виды, но бережно хранимый, баян, чтобы лихо растянув меха, заставить всех пуститься в пляс или вспомнить что-либо из песенно-геологической романтики.

По распределению был направлен в трест ВостСибнефтегеология, где проработал до 1969 года в составе геолого-поисковой экспедиции. Затем был переведен в ВостСибНИИ-ГГиМС в отдел нефти и газа сначала на должность млад. науч. сотрудника, а потом по результатам аттестации был назначен на должность ст. науч. сотрудника. Основными направлениями научной деятельности являлись: исследование отложений венда и кембрия юга Сибирской платформы с целью прогнозной оценки коллекторов и их возможной нефтегазоносности; разработка региональных стратиграфических схем на основе детальной стратиграфии отдельных пластов; разработка проекта унификации пластов и резервуаров венда и кембрия в нефтегазоносных районах Сибирской платформы (Геологи ИГУ, 1999).

В 1982 году защищает кандидатскую диссертацию на тему «Карбонатные породы верхней части соленосной формации юга Сибирской платформы (типы пород, условия их формирования, коллекторы и

нефтегазоносность)». Материалы исследований изложены в 25-и производственных и научных отчетах и 31-ой опубликованной работе. Награжден знаками «Победитель соцсоревнования 1979 г.» и «Ударник одиннадцатой пятилетки». За исследование по уточнению горно-геологических условий разработки Зиминского месторождения каменной соли в 1986 г. отмечен денежной премией организации НТО. Скорбим по его безвременной кончине.

**Ким Афанасий Григорьевич** (рис. 14), кореец по национальности, родился в многодетной семье (старший из шести) преподавателей корейской школы и мужал на Камчатской земле. Отдадим должное родителям, сумевшим привить сыну лучшие качества мужчины: чувства долга, взаимовыручки и уважения к окружающим. Скромный до застенчивости, всегда оказывался в трудную минуту там, где была нужна помощь. А сделав доброе дело, исчезал, не ожидая ни похвал, ни благодарности. Стать геологом мечтал с детства.



Рис. 14. Ким А.Г., 1984 г.

Fig. 14. Kim A.G., 1984.

Учился упорно, с интересом, уверенно шел к намеченным целям. За время учебы преуспел в спорте и выполнил первый спортивный разряд по гимнастике. Гурьбой ходили на выступления и, восхищаясь отточенной фигурой, радовались каждому очередному успеху. Дисциплинированность, трудолюбие, собранность и организаторский талант оценили вдвойне, когда избрали

председателем секции спортивной гимнастики университета.

По распределению был направлен в родные с юности места, Камчатское геологоуправление. В составе поисково-съёмочной экспедиции ГГП «Камчатгеология» исходил полуостров вдоль и поперек и быстро вырос от старшего техника до ведущего специалиста по картированию и начальника крупной партии групповой геологической съёмки. По утверждениям главного геолога КТГУ Ю.И. Харченко являлся лучшим начальником из всех геолого-съёмочных партий и был удостоен Доски Почета. С развалом Министерства геологии в 1991 г. завершил работу начальником отряда Восточной территориальной методической партии по геолого-экономическим исследованиям и экспертизе проектов и смет. До выезда на материк в 1995 г. пришлось трудиться при городской администрации Петропавловска – Камчатского директором муниципального предприятия РЭУ-5.

Отличается исключительно активной жизненной позицией! В коллективе пользовался авторитетом и уважением за профессионализм, рациональное ведение работ, умение отстаивать свою точку зрения, принципиальность, заботу о коллегах. Являлся постоянным организатором и участником спортивных и культурных программ. В 1988 г. выступал в составе хора в Доме Союзов г. Москвы. Дважды избирался народным заседателем городского суда. В 1991 г. был избран в Городской совет народных депутатов и стал председателем КТОС «Геолог».

Успешная трудовая деятельность и активное участие в общественной жизни неоднократно отмечались грамотами и премиями на республиканском, областном и городском уровнях. Ударник IX пятилетки, Ветеран труда. И просто счастливчик! Не разбился вместе с упавшим вертолетом, срывался со скал, тонул. Но каждый раз коварной судьбе говорил – Нет!

Находится на заслуженном отдыхе с 1996 года. Проживает в Калужской области в собственном доме с разведенным садом. Душа компании, с гармошкой, гитарой и песнями готов всегда радостно встречать всех близких и друзей!

**Кинякин Александр Владимирович** (рис. 15) всегда скромный и подтянутый, погруженный в себя, но приветливый, родом из простой многодетной (брат и пятеро сестер) семьи имел широкий спектр увлечений. При Иркутском клубе ДОСААФ занимался парашютным спортом, выступал в школьной танцевальной группе, имел третий взрослый разряд по настольному теннису и второй юношеский по гимнастике. Такое редкое сочетание пристрастий обеспечило ему исключительно стройную, строгую и сильную физическую фигуру, качества которой, как нельзя лучше,годились в выбранной профессии. Пришел в нее неслучайно, вслед за старшим братом К.В. Кинякиным, работавшим на кафедре общей геологии нашего же факультета.



Рис. 15. Кинякин А.В., 2007 г.

Fig. 15. Kinyakin A.V., 2007.

К учебным занятиям относился ответственно и дисциплинированно, с обязательным проявлением новаторской жилки. В нем чувствовалось постоянное стремление к поиску нового, неизведанного, неординарность и мечтательная жилка. Любил поучаствовать в научных спорах и дискуссиях, всегда пылко отстаивая свои позиции.

По распределению был направлен в Читинское геологоуправление, где в составе



партий КГСЭ на геолого-съёмочных и поисковых работах м-ба 1:50 000 1:200 000, проводивших исследования в северных труднодоступных районах, быстро вырос до старшего геолога и геолога I категории. Приятно заметить, что все трудности и невзгоды полевых геологических будней на протяжении десятилетия поровну и постоянно делились с женой Л.П. Кинякиной, выпускницей биолого-почвенного факультета ИГУ, не боявшейся не только должностей рабочего, техника или лаборанта, но даже рисковавшей однажды благополучием судьбы будущего малыша. Дочь не последовала по папиным стопам, но это не помешало ему считать себя счастливым земным человеком, совмещавшим профессию с пожизненным увлечением. Удел немногих! Когда работа это все! И радость, и боль, и увлечение, и счастье! Со всей чистотой души, однако, в ней находилось место для лесной охоты, дачного промысла, чтения и поэзии.

В период с 1980 по 1984 гг., пройдя перед этим на отлично десятимесячную языковую стажировку, участвовал инженером-геологом в геолого-съёмочных работах в Алжире. Уровень исполнительности и профессионализма, отмеченные грамотами и благодарностями, при этом, были настолько высоки, что местное руководство обращалось с неоднократными просьбами к нашему сокурснику продлить контракт на неограниченный срок. Сегодня близкие из семьи рассказывают, что наши специалисты, оказывается, привлекались не только для решения геологических задач. Они успешно поднимали спортивный уровень подготовки друзей, занимая призовые места в спартакиадах и соревнованиях по шахматам и шашкам. И не только! Наш сокурсник в 1982 г. принял активное участие в кампании по розыску заблудившегося в Сахаре на ралли Париж – Дакар сына Маргарет Тэтчер. Потерявшийся был найден, но награды не последовало.

На родной земле успехи были посерьезней. Коллеги по предприятию «Читагеология» вспоминают: «Главный геолог экспедиции принимает решение в последний полевой сезон усилить состав еще одним старшим геологом А.В. Кинякиным. Его появление оказалось во благо. Высокий, спортивный, быstroногий, легкий на подъем, общительный, опытный, без труда входящий в коллектив – по умолчанию стал ведущим геологом. Весь сезон проводились контрольно-увязочные маршруты, по результатам которых все

точнее вырисовывалась геологическая структура откартированной территории и к осени она приобрела законченный вид. На приемке полевых материалов А.В. Кинякин взял на себя защиту предложенной модели и доказал ее состоятельность» (Лисовский, 2014). Как лучше можно выразить высокую характеристику качеств специалиста!?

По возвращении из заграникомандировки вплоть до выхода на пенсию по болезни в 2008 г. работает геологом I категории и ведущим специалистом в подразделениях Геофизической экспедиции по освоению компьютерных технологий для геологического доизучения площадей (ГДП-200), тем самым оказавшись у истоков зарождения геоинформатики. Стремление быть впереди, проявлять многосторонность интересов и глубину познания заключалось не только в этом. В поисках причинно-следственных связей, желая постичь тайны Вселенной и заглянуть в проблемы космологии и планетологии, изложил оригинальные взгляды по ряду вопросов астрофизики, к которым был проявлен интерес со стороны основателя школы теоретической астрофизики, академика В.А. Амбарцумяна. В семейном архиве частично сохранились рукописные следы этого общения. Одновременно является автором нескольких научных публикаций по чисто геологической тематике, соавтором геологических отчетов и основным исполнителем информационного отчета «Создание базы региональных геологических данных» (проект «ГИС – Архив»).

За открытие перспективного Берейнского рудопоявления молибдена и успешную трудовую деятельность на протяжении многих лет дважды удостоивался Доски почета экспедиции, являлся победителем Социалистического соревнования, имеет звания «Лучший по профессии» и Ветеран ПГО «Читагеология». Награжден медалью «Ветеран труда». Неоднократно поощрялся Почетными грамотами и благодарственными письмами.

По всем событиям в стране и мире имеет четкую, принципиальную, гражданскую позицию. Являлся членом общественного движения «Народный фронт».

После тяжелой продолжительной болезни очередная потеря среди нас случилась 2 октября 2024 года.

**Климов Валерий Григорьевич** из Иркутян, невысокий, коренастый, веснушчатый с прямой на лоб рыжеватенькой челочкой был до удивления скромным и приятным в



общении. Казалось, что и геология, с ее трудностями, не для него. Но почему-то выбрал и усердно отучился, проявляя настойчивость, терпение и любознательность. Любил играть на гитаре.

По распределению был направлен в Сахалинское геологоуправление и быстро продвинулся по служебной лестнице до руководящих должностей. По отрывочным сведениям, сначала был старшим геологом на буровом предприятии, а в конце 70-х – старшим научным сотрудником СахалинНИПИморнефть. Скорбим по неожиданно ранней кончине в 1985 году.

**Козлов Станислав Александрович** (рис. 16) по характеру на курсе слыл этаким весельчаком-везунчиком. С гитарой, песнями, шутками и исчезающей улыбкой на лице. Везло, похоже, с детства. Родился в Красноярске, на окраинах которого, вместо игр с оловянными солдатиками, находил и расковыривал среди глин ископаемые кости и бивни мамонтов. Считает, что это удачное стечение обстоятельств и привело его в геологию. Учился легко, но увлеченно. Был дисциплинирован и целеустремлен, оставаясь всегда душой коллектива.



Рис. 16. Козлов С.А., 2010 г.

Fig. 16. Kozlov S.A., 2010.

По распределению был направлен в Читинское геологоуправление в распоряжение Восточной ТГРЭ. За период с 1964 по 1985 гг. прошел успешно путь от ст. техника-геолога до начальника партий, занимаясь геологической съемкой м-бов 1:50 000, 1:200 000, 1:1 000 000 и сопутствующими поисковыми работами. В 1976–1979 гг. находился в заграничной командировке в Алжире на поисково-

съемочных работах. С 1985 г. ст. геолог, начальник партии Опытной-методической и Центральной геолого-съемочной экспедиций ФГУГП «Читагеолсъемка». Ведущий специалист в вопросах стратиграфии и метаморфизма вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований. В круг задач входило обобщение геофизических свойств геологических подразделений и комплексов с составлением карты глубинного строения Забайкальского края; разработка морфоструктурной схемы для карты золотоносности листов М-50-XXIV, N-50-XXXI, N-50-XXXII, XXXIII, XXXIV. Научное руководство осуществлялось ст. геофизиком, начальником тематической партии, канд. геол.-мин. наук Г.И. Менакером.

С 1986 по 1998 гг. составляет легенду Олекминской серии листов ГГК-200/2 и готовит как автор к изданию листы N-50-XXVIII, XXIX, XXXIV, X, XI. С 1999 по 2021 гг., являясь начальником Первомайской партии, ведет подготовку к изданию в соавторстве листов N-50, N-50-XIX, N-51-XIX. Автор и соавтор 12 научных работ и большого числа геологических отчетов (А путь и далек и долог, 2010).

В результате проведенных исследований под общим руководством и при непосредственном участии были получены новые данные по стратиграфии, магматизму и минерализации Станового геоблока. На принципиально иной геологической основе значительно уточнены границы известных рудных узлов. Выделен новый прогнозируемый, объединенный в достаточно крупный по потенциалу прогнозных ресурсов, медно-молибденовый рудный район с локализованными в его границах прогнозными ресурсами Au, Mo, W, Cu. Даны обоснованные рекомендации для проведения поисково-разведочных работ в пределах перспективных площадей. Тем самым внесен существенный вклад в изучение геологического строения и металлогении северо-восточной части Забайкальского края. Своим титаническим трудом, как никто другой, подтвердил бытующее среди геологов мнение о принадлежности поисковиков-съемщиков к элите геологической братии.

Необъятность души нашего сокурсника, уважение и признание особо подчеркиваются единогласным избранием его председателем профкома «Читагеолсъемка» с 1993 по 2016 гг. Больше того, он не отказывал коллективу в удовольствии видеть его под Новый Год в роли Деда Мороза.

Заслуженный геолог Читинской области. Имеет нагрудный знак «Первооткрыватель месторождения». Удостоен Медалей В.А. Обручева за открытие золоторудного месторождения и рудопроявлений Au, Mo и полиметаллов, А.Е. Ферсмана – «За заслуги в геологии», ФНПР – «100 лет Профсоюзам России, 1905–2005 «Единство Солидарность Справедливость». Отмечен знаками: «300 лет горно-геологической службы России», «Почетный разведчик недр» и удостоен Почетных грамот Мингео СССР, Государственной комиссии экономического содействия (дважды), Главного управления природных ресурсов по Читинской области, Территориального агентства по недропользованию Читинской области, Думы городского округа г. Чита. Обладатель медали «Ветеран труда» и почетных знаков Победитель соцсоревнования (дважды) и Ударник IX пятилетки. С 2016 г. на пенсии. Имеет 52 года трудового стажа, из них 31 год – в «Читагеолсъемка».

**Кузьменко Галина Ивановна** родилась в Иркутске, но отрекомендовывала себя украинкой из семьи военного. Внешность и характер вполне этому соответствовали. Высокая, стройная, светлая, с правильными, строгими и красивыми чертами лица, спокойная и выдержанная. До поступления в течение года работала на швейной фабрике и штукатуром. В годы обучения отличалась усердием, дисциплинированностью и любознательностью.

По распределению была направлена в Бурятское геологоуправление, после чего следы теряются. По отрывочным сведениям, трудовая биография продолжалась на должности заведующей экономическим отделом управления и была прервана в связи с несчастным случаем в автокатастрофе.

**Мазукабзов Анатолий Муталибович** (рис. 17) родился в старинном селе Приморского края с ласковым названием Ново-Нежино (осн. в 1885 г.) всего в 100 км от Владивостока. Но в моряки не пошел. Почему? Романтическое влечение паренька к геологии, переехавшего в Крым, заставляет поменять эти благодатные берега на шанс стать студентом геофака ИГУ. В итоге вся трудовая деятельность навсегда связывается с необъятной Сибирью. Удача такого поворота событий, по данным интернета, кроется в самой фамилии. Оказывается, согласно древним диалектам руссов в современном синонимном выражении фамилия Мазукабзов означает «призывать удачу».



Рис. 17. Мазукабзов А.М., 2022 г.

Fig. 17. Mazukabzov A.M., 2022.

Как увидим ниже, успех не миновал нашего сокурсника, благодаря редкому сочетанию качеств в характере. И по этому поводу нумерология нам опять делает ценные подсказки, с которыми мы полностью согласны. Единственное хобби – работа. Потенциальные ученые, авторы сложных теорий, разрушители неразрешимых проблем. Врожденная интуиция, любовь к головоломкам, загадкам и сложным задачам, развитой ум, жажда к знаниям, высокий интеллект, целеустремленность, усидчивость, педантичность, изобретательность, погружение в свой собственный мир, размышления в одиночестве и чудачество. Все удивительным образом сошлось в коллеге. Все названное и руководило им как во времена учебы, так и в последующие периоды формирования будущего ученого.

Начало трудовой деятельности было связано с геолого-съемочной экспедицией Иркутского геологоуправления, где удалось проявить качество подготовки и накопленные знания при проведении крупномасштабного геологического картирования и поисковых работ в различных районах Иркутской области. С 1968 г. становится младшим научным сотрудником лаборатории тектоники и структурной геологии Института земной коры СО АН СССР. В 1974 г. защищает кандидатскую диссертацию на тему «Докембрийская тектоническая структура и кинематика глубинных разломов западной части Северо-Байкальского нагорья» под

руководством профессора, доктора геолого-минералогических наук С.М. Замараева. В 1978 г. закономерно поднимается на ступеньку старшего научного сотрудника лаборатории палеогеодинамики этого же института и в 1995 г. избирается доцентом кафедры динамической геологии геологического факультета ИГУ с чтением курса лекций по тектонике и геодинамике. С 2003 г. полностью связывает научную деятельность с Институтом земной коры СО РАН, где является главным научным сотрудником лаборатории палеогеодинамики по текущий момент. В 2003 году защищает докторскую диссертацию на тему «Структура и геодинамика южной окраины Сибирского кратона». Является автором новых представлений о тектоническом районировании консолидированной коры этого региона на основе моделей тектоники литосферных плит и террейнового анализа. Предложил теорию коллапса орогенных структур в раннедокембрийских комплексах на примере Ажитканского вулканоплутонического пояса. Обобщил данные по строению и формированию Байкало-Патомского и Приленского складчато-надвиговых поясов, связав их формирование с каледонскими событиями. Целенаправленные структурные исследования в Забайкалье позволили обосновать выделение новых структур в этом регионе – комплексы метаморфических ядер кордильерского типа, которые возникли в результате коллапса Монголо-Забайкальского орогена в раннемеловом периоде. Установил проявление двух этапов складчатых деформаций в образованиях байкальской серии вблизи зоны Приморского коллизийного шва. В настоящее время занимается вопросами коллизийной и постколлизийной геодинамики в структурных сооружениях докембрия и фанерозоя восточной части Азиатского континента. Их реализация получила отражение при составлении детальной геологической карты Приольхонского региона с использованием космических снимков.

Заслуженно считается высококвалифицированным специалистом в области структурного анализа тектонических деформаций, запечатленных в геологических комплексах, возникших в разных геодинамических условиях. Подготовил двух кандидатов наук. Автор и соавтор около 350 научных работ, в том числе, десяти монографий. За результаты исследований по программе «Геологические и сейсмические условия зоны БАМ» награжден медалью «За строительство Байкало-

Амурской магистрали». Творческие успехи отмечены медалями «Ветеран труда», «В память 350-летия Иркутска», «300-летие со дня рождения М.В. Ломоносова» и Почетными грамотами губернатора Иркутской области и СО РАН. Имеет почетное звание «Заслуженный ветеран СО АН СССР» и почетный знак СО РАН «Серебряная Сигма».

**Мишарин Юрий Петрович** (рис. 18) запомнился необычайно светлым, выдержанным, приветливым, добрым и интеллигентным, если хотите. До поступления в университет в течение года трудился на производстве. Во время учебы был всегда дисциплинирован, внимателен, собран и сосредоточен.



Рис. 18. Мишарин Ю.П., 2012 г.

Fig. 18. Misharin U.P., 2012.

По распределению был направлен в Читинское геологоуправление сначала в распоряжение Казаковской ГРЭ, затем Горно-Зерентуйской ГРЭ и ЦЭ, где он прошел путь от старшего техника-геолога до начальника поискового отряда. С 1969 г. трудился начальником отряда и старшим геологом в Красноярском ТГУ. В 1976 г. вернулся в Забайкалье старшим геологом сначала в состав Восточной ГРЭ и далее КТЭ и ЦГСЭ. Период работы в «лихие 90-е», 1989–2001 гг., оказался, видимо, испытательным, потому как пришлось трудиться главным геологом участка в старательской артели. За этим последовала работа в ЗабНИИ старшим научным сотрудником



Отдела геологии полезных ископаемых. Является соавтором ряда научно-производственных отчетов. Длительная специализация по тематике, связанной с золотом, закрепила за ним заслуженное звание опытного «золотаря» (А путь и далек и долог, 2010). В 2008 г. ушел на заслуженный отдых. Награжден медалью «Ветеран труда». Горестное известие о кончине настигло всех в 2021 году.

**Перевалов Олег Михайлович** родился в семье служащих и начинал школьное обучение в г. Киренске, а заканчивал в Иркутске. Блондин с голубыми глазами, на курсе отличался самым высоким ростом и степенностью. Был молчалив и задумчив. Увлекался баскетболом. Выступал за честь факультета. На занятиях был внимателен и аккуратен. До поступления в университет имел трудовой стаж работы слесарем-сантехником спецуправления № 2 (1 год) и препаратором в партии Физики пласта треста ВСНГ (1 год).

Мотивами выбора профессии не делился, но уже после третьего курса и вплоть до окончания учебы все практики проходил в подразделениях, специализировавшихся на поисках и разведке нефтяных месторождений. По распределению был направлен в Иркутский трест Востсибнефтегеология. Дальнейшие следы трудовой биографии теряются. По неподтвержденным данным в начале 80-ых гг. работал начальником геологического отдела Полтавской нефтеразведки (Украина).

**Романов Олег** запомнился общительным, контактным и веселым, со слегка всклокоченными вьющимися волосами и всегда в очках. По характеру был тверд и резковат, но справедлив. С первого курса и до выпуска единогласно значился старостой в группе поисковиков-съемщиков.

К сожалению, в архиве ИГУ не оказалось личного дела и иных следов по распределению. Однако, уверенно надеемся, что трудовая биография сокурсника сложилась удачно.

**Рыбинский Анатолий Валерьянович**, 1937 г. рождения, появился на втором курсе переводом из другого ВУЗа. Как старшего по

возрасту группа будущих нефтяников избрала до конца обучения бессменным старостой и не ошиблась. Высокий, худощавый, слегка сутулый, в очках, приветливый. Мог одновременно строго следить за порядком в группе и ворчать на нерадивых за пропуски занятий, не отмечая этого в журнале.

Утрата личного дела и контактов затрудняет восстановить подробности трудовой биографии. Известно лишь, что первоначально по распределению работал на Сахалине, а затем в течение 20 лет в ВостСибНИИГТиМСе и внес свой вклад в создание нефтегазового потенциала России. Скончался в 2007 году (Некрополь, 2007).

**Скотников Владислав Николаевич** (рис. 19) родом из Красноярского края выбирает профессию геолога неслучайно. Среди ближайших родственников из Чернецких шестеро были неплохо известны геологической братии Иркутска (Чернецкая, 2015). Мария Александровна (в замужестве Солоненко), тетушка, запомнилась не только нам, но и многим поколениям выпускников геофака как прекрасный и опытный преподаватель, обучавший нас азам петрографии. Иван Александрович, дядя, руководил Нижне-Удинской экспедицией, выпускник нашего факультета (1951), легендарный участник ВОВ, ушедший на фронт добровольцем сразу после окончания десятого класса. Изабелла Иннокентьевна, выпускница тоже нашего факультета (1954), его жена, работала минералогом-петрографом в той же экспедиции. Валентина Александровна, мама нашего сокурсника, являлась хранительницей дипломной комнаты на родном факультете, а отец, Николай Иванович, был известным руководителем геологических партий в Красноярском крае и начальником Ильчирской экспедиции ИГУ. Наконец, и родная сестра, Лидия Николаевна, окончила наш факультет в 1961 году. В таком мощном окружении трудно было не пополнить славные геологические ряды. Производственник по



призванию, уравновешенный, немногословный, уверенный в себе, начинает



**Рис. 19.** Скотников В.Н., 1984 г.

**Fig. 19.** Skotnikov V.N., 1984.

трудовую биографию по распределению геологом Бодайбинской экспедиции, вместе с нашей сокурсницей, женой, Ивашевской Т.И. Руководил поисково-съёмочными работами м-ба 1:50000 в центральной части Тонодского поднятия. В 1967 г. переведен в Иркутскую ГСЭ на должность старшего геолога и продолжает аналогичные работы на золото в ряде районов Патомского нагорья. В период с 1978 по 1983 гг. возглавляет различные геологические партии, проводившие поиски золота и других полезных ископаемых. Соавтор нескольких геологических отчетов. Является одним из первооткрывателей месторождения «Чертово корыто» и группы рудопроявлений в Кевахтинском золоторудном узле Бодайбинского района (Геологи ИГУ, 1999). В 2012 г. жизнь печально оборвалась.

**Ступак Федор Максимович** (рис. 20), урожденный украинец, со всех сторон, как не рассматривай, и внешне, и внутренне, наделен ярко выраженным и неистовым характером научного исследователя. Цепкий пристальный взгляд через очки, крутой лоб с ранними залысинами, плотно сжатые губы и сильная коренастая фигура на широко поставленных ногах безошибочно являли собой

человека с чрезвычайно твердым и непреклонным характером. Испытать и проверить себя на нехоженных тропах познания Земли нашей мечтал уже в ранние школьные годы. Со студенческих и до недавних лет ходили слухи о его невероятных маршрутных приключениях в одиночку. Без провизии и снаряжения многими сутками на износ, работая, он все-таки побеждал, выживая! Всегда помогали спокойствие, рассудительность, целеустремленность, напористость и твердость в достижении поставленных целей.

С 1964 по 1983 гг. его судьба по распределению была связана с Комплексной ГСЭ ПГО «Читагеология», где он на должностях геолога, начальника отряда и старшего геолога занимался геолого-съёмочными работами преимущественно м-ба 1:50000 по территории Северного Забайкалья, в т. ч. изучал и картировал Удоканское базальтовое плато. Особое внимание уделял вопросам



**Рис. 20.** Ступак Ф.М., 1982 г.

**Fig. 20.** Stupak F.M., 1982.

стратиграфии, магматизма и тектоники применительно, в первую очередь, ко всем структурно-вещественным вулканическим комплексам.

С 1983 по 2004 г. вырос от младшего до ведущего научного сотрудника Читинского института природных ресурсов СО РАН и защитил кандидатскую диссертацию на тему

«Удоканское лавовое плато: строение и формирование» (1986 г.) под руководством члена-корреспондента АН СССР Ф.П. Кренделева. В 1996 г. на основе богатейшего собранного материала защитил докторскую диссертацию по теме «Позднефанерозойский вулканизм Северного Забайкалья (эволюция, вещество, геодинамика)». С 2005 г. был ведущим научным сотрудником Лаборатории редкометального магматизма ИГЕМ РАН. Признанный высококвалифицированный специалист в области вулканогенных формаций Забайкалья. Соавтор многих геологических карт и отчетов, автор более 100 публикаций. Наиболее значимой работой является монография «Кайнозойский вулканизм хребта Удокан» (1987).

Заслуженный геолог Читинской области. Награжден медалью «Ветеран труда». Славную династию отца продолжили оба сына, окончив геологический факультет МГУ. Младший не сошел с дистанции и является сотрудником Российского отделения компании Terra Energy & Resource по прогнозу и поискам углеводородов.

Известие о кончине 3 марта 2024 г. грустью отозвалось в сердцах сокурсников.

**Тельнов Альберт Константинович**, (рис. 21) с первого и до последнего дня словно был назначен пройти через неоднократные превратности судьбы. Детский дом после рождения, ранняя потеря отца, приемные родители, их недоброе отношение, отсутствие поддержки со стороны близких родственников, трудности предвоенных, военных и послевоенных лет. Все пришлось испытать! Но выстоял и, что поражает, не озлобился. Остался закаленным и добрым, хотя жилось несладко. С ранних лет он вынужден был постоянно подрабатывать. И к моменту поступления в университет имел трехлетний трудовой стаж слесаря на одной из фабрик Иркутска и выглядел, по сравнению с сокурсниками, не по годам взрослым, уверенным в себе.

Крепкого спортивного телосложения, подвижный, находчивый, остроумный, без особых стеснений, с озорной улыбкой и веселым нравом. Казалось, был сварен из особого теста. Особый шарм придавала выдавшая виды геологическая форма с засаленным кителем и

слегка помятой фуражкой – предметом особой зависти мужского населения группы. В отличие от нас, неоперенных, на производственных практиках доходил до инженерных должностей. Особой прилежностью и дисциплиной не отличался, но в должниках не был. Сессию сдавал всегда вовремя, иначе бы лишил себя стипендии. Отлично играл в волейбол, защищая честь факультета. Мог лихо прокатиться на мотоцикле.

Трудовую деятельность по распределению начал при иркутской геолого-съемочной экспедиции в составе сначала Тилисьминской, а затем Катангской партий, специализировавшихся на изучении Ангаро-Илимской железорудной провинции. Очень быстро продвинулся до уровня начальника отряда, а затем и партии.

В 1970 г. приходят новая ответственность и испытания. Создается семья и через год рождается сын с тяжелым недугом. На два года в Ангарске устраивается геологом Восточно-Сибирского треста инженерно-строительных изысканий, а в 1972 г. оформляется в Мегетскую комплексную геофизическую экспедицию геологом Модышевской партии со специализацией на изучение алмазоносности Сибирской платформы. В 1973 г. назначается начальником отряда, а в 1974 г. переведен на должность старшего геолога. Так начинался очередной этап не менее трудных жизненных испытаний, когда все, вместе с работой, подчинено, в первую очередь, заботам о семье. Обеспечить необходимый уровень материального благополучия, исключить длительные отсутствия во время полевых выездов, быть поближе к дому. В начале 80-х отказывается от предложения сокурсника, декана геологического факультета ИГУ В.В.Андреева, перейти на преподавательскую работу по соображениям излишней траты времени на дорогу.

Удается быстро освоиться с необходимостью решения новых производственных задач по интерпретации геофизических данных, пройти требуемые стажировки, но грядет перестроечный период. Уменьшаются объемы работ, сокращается финансирование и расформируются партии. Опережая пик распада геологических служб, в 1983 г.

переводится в Ангарскую экспедицию ответственным за радиационную безопасность, затем в 1987 г. переходит в экспедицию № 2 ПГО Иркутскгеофизика. В 1988 г. по новому штатному расписанию становится геологом Iой категории ОМП № 48, в 1991 г. переведен в алмазо – поисковую группу, в 1992 г. – в Мегетскую аэрогеофизическую партию. Каток «экономических новаций» всей мощью прошелся по нашему однокашнику. И в 1993 г., не выдержав всех тягот перестройки, уходит специалистом в кадастровое бюро Комитета по земельным ресурсам и землеустройству, чтобы окончательно уволиться в 1994 году.



**Рис. 21.** Тельнов А.К., 1993 г.

**Fig. 21.** Telnov A.K., 1993.

Здоровье и силы сопротивляться подорваны пережитыми тяготами. Как следует из записей в трудовой книжке, вынужден обходиться любыми возможностями заработать вплоть до печальной кончины в 2003 году.

Немыми свидетелями добросовестного служения профессии, достигнутых результатов и уважения по передаче опыта остаются упоминание об участии в «актуальных поисках месторождений алмазов»

(Иркутскгеофизика – наша судьба, 2007), авторское свидетельство на изобретение, геологические отчеты по геофизическим наблюдениям, слова признательности за помощь на авторефератах диссертаций, многочисленные благодарности и грамоты за успехи в социалистическом соревновании, денежные поощрения, присвоенные звания «Лучший по профессии», «Лучший геолог», Доска Почета и медаль «Ветеран труда».

Длительная болезнь победила нашего коллегу в неполные 65 лет. Сын пережил заботливого отца на 18 лет.

**Хамнаев Владимир Абзаевич** (рис. 22) из многодетной семьи служащего родился в с. Корсаково Байкало-Кударинского района Бурят-Монгольской АССР. Окончил школу с серебряной медалью. По характеру спокойный, воспитанный, скромный, в меру общителен. На занятиях был предельно собран, внимателен и дисциплинирован.



**Рис. 22.** Хамнаев В.А., 2000 г.

**Fig. 22.** Khamnaev V.A., 2000.

После окончания Университета по распределению был направлен в распоряжение Якутского геологуправления, где в составе Ботубинской экспедиции до выхода на пенсию в 1997 году бессменно отслужил 33 года. За это время прошел путь от старшего техника-геолога до главного инженера и главного геолога Чайдахской партии. Своим



трудом внес заметный вклад в развитие сырьевой базы алмазодобычи. Является автором и соавтором ряда отчетов по результатам поисковых работ и подсчету запасов на конкретных объектах. Успешные результаты достигались благодаря глубоким профессиональным знаниям, высокой работоспособности, повышенной требовательности к себе и доброжелательном отношении к коллегам.

Заслуженный труд коллеги неоднократно отмечался благодарностями и почетными грамотами Якутскгеологии, Якуталмаза и Министерства геологии. Награжден медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина». Удостоен почетных званий «Ветеран труда», «Ветеран труда Якутскгеология», «Ветеран труда алмазодобывающей промышленности».

Печальная кончина настигла пенсионера в Подмоскowie 5 августа 2005 года. Но его славное дело продолжил сын, Хамнаев С.В., выпускник ФГБОУ ВО «ИрНИТУ» по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», завершивший свой трудовой путь перед выходом на пенсию в Якутске в должности генерального директора ООО «Проектно-технологическое бюро».

**Харахинов Валерий Владимирович** (рис. 23) с душой романтика в горячем споре за выбор профессии отдает предпочтение геологии. Спокойный, выдержанный, без отвлечений на пустяки, планомерно идущий к цели без тени колебаний выбирает нефтяное направление и добивается признания как на российском, так и международном уровнях. Втягиваться в производственный процесс начинает со студенческих лет. Во время полевых сезонов работал техником-геологом, геологом, начальником отряда геолого-съёмочных партий в Забайкалье, Восточном Саяне, Патомском нагорье, Южной Якутии, Прибайкалье.



Рис. 23. Харахинов В.В., 2023 г.

Fig. 23. Kharakhinov V.V., 2023.

(Геология нефти и газа, 2021). В 1974 г. защищает кандидатскую диссертацию по теме «Тектоника Северо-Сахалинской нефтегазодобывающей области» и начинает работать руководителем лаборатории тектоники, заведующим отделом поисково-разведочной геологии в Сахалинском отделении ВНИГРИ. За годы работы на Сахалине совместно с сотрудниками подразделения формирует геолого-геофизическую основу для создания крупного центра нефтегазодобычи – Сахалинского кластера нефтегазовой отрасли России. Также успешно руководил разработкой геологических разделов ТЭО и ТЭР проектов «Сахалин – 1, 2, 5». В начале 1990-х годов с группой ведущих геологов создает капитальную сводку по геологии и углеводородному потенциалу Охотоморского региона для крупнейших нефтяных компаний мира.

С 1998 по 1999 год работает главным научным сотрудником Института литосферы окраинных и внутренних морей РАН и



главным геологом ЗАО «Сейсмические технологии», а затем до 2018 г. – начальником департамента геологии, заместителем генерального директора по науке ООО «Славнефть – НПЦ» (Тверь). В эти годы занимался разработкой геологической основы для создания крупных кластеров нефтегазодобычи на севере Западной Сибири (Мессояхский пр-т) и в рифейских трещинных резервуарах Восточной Сибири с внедрением новых подходов при подсчете запасов углеводородов (Куюмбинский пр-т). В 1998 г. защищает докторскую диссертацию по теме «Тектоника Охотоморской нефтегазоносной провинции» и годом позже получает ученое звание профессора. Подготовил 5 кандидатов наук. Опубликовал более 250 научных и научно-производственных работ, в том числе 90 отчетов и 14 монографий. Основным итогом проведенным исследованиям подводится в монографии «Охотоморская нефтегазоносная провинция, нефтегазовая геология, углеводородный потенциал» (2022 г.).

Является экспертом России по недропользованию, Действительным членом РАЕН. Имеет звания «Почетный нефтяник» и «Герой труда ООО «Славнефть – НПЦ». Категорически считает Великим поколение геологов-энтузиастов второй половины XX века – создателей на долгие годы вперед основы минерально-сырьевой базы страны. Является первооткрывателем нескольких месторождений нефти на Сахалине и Присахалинском шельфе. За вклад в развитие науки награжден Юбилейной медалью, посвященной 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова. За заслуги в развитии геологических наук и в ознаменовании 100-летия со дня рождения академика В.И. Смирнова награжден памятной медалью. С 2017 г. на заслуженном отдыхе.

В лучших традициях связи поколений дело профессионала с большой буквы продолжают сын, кандидат геолого-минералогических наук, начальник управления геологии Сахалинского отделения ООО «Арктический научный центр» «Роснефти» и внучка – ведущий геолог этого же центра.

**Цахновская (Святочевская) Мария Михайловна** (рис. 24), коренная иркутянка, родилась в семье геолога, выпускника нашего

родного факультета 1938 г., М.А. Цахновского. Еще школьницей часто ездила с отцом в геологические партии, жила в тайге, ночевала в палатках. Романтика таежной жизни и тяготы полевых условий не отпугнули и выбор профессии был предопределен.

По условиям конкурса оказалась единственной девушкой в группе геологов-нефтяников. Веселая и энергичная, активно участвовала во всех студенческих мероприятиях, зачастую оказываясь их организатором. Всегда готовая выслушать, помочь, подсказать, пользовалась уважением и добрым отношением мужского коллектива.

Плановое распределение приводит выпускницу в ВостСибНИИГГиМС, а в 1967 г. поступает в очную аспирантуру ИГУ при кафедре полезных ископаемых. Под руководством доцента Н.Н. Таусон в 1970 г. успешно защищает кандидатскую диссертацию на тему «Геологическое строение и проблемы калиеносности юга Сибирской платформы». По печальному совпадению событий посвящает научную работу светлой памяти М.А. Цахновского, ушедшего из жизни в 1969 г.



Рис. 24. Цахновская М.М., 2022 г.

Fig. 24. Tsakhnovskaya M.M., 2022.

Далее в должности старшего преподавателя кафедры органической химии ИГУ читает лекции по кристаллографии и

кристаллохимии. С 1974 г. по приглашению кафедры минералогии и петрографии ИПИ в той же должности продолжает чтение прежних курсов и ведет научные исследования на базе минералогического музея им. А.В. Сидорова. В 1978 г. направляется на два года преподавателем-консультантом с чтением лекций по минералогии в Монголию, университет г. Улан-Батор. После возвращения в 1980 г. избирается на должность доцента кафедры полезных ископаемых ИГУ и по приглашению декана геологического факультета В.В. Андреева исполняет обязанности заместителя декана. Пользовалась заслуженным авторитетом в студенческой среде за внимательное отношение к проблемам молодежи.

Итогом научных исследований и учебно-методической работы явилось присвоение в 1985 г. ученого звания доцента. Специализировалась на дисциплинах, связанных с нерудными полезными ископаемыми и проблемами геоэкологии. Участвовала в работе общества «Знание» и выступала с научно-популярными лекциями на предприятиях города и области. Имеет более 20 опубликованных работ.

В 1991 г. уволилась по собственному желанию в связи с переездом в другую страну. В настоящее время проживает в Израиле.

### **Итоги**

Завершая наш рассказ о трудовых итогах выпуска на 60-и летнем рубеже, приведем статистику основных результатов, к сожалению, неполную. На счету курса один Заслуженный геолог Республики Бурятия и два – Читинской области; 4 доктора геол.-минерал. наук, в т. ч., Заслуженный деятель науки РФ, удостоенный Ордена Дружбы, Почетный доктор АН Монголии, Заслуженный ветеран АН СССР (2), 2 профессора академика РАЕН, Герой труда ООО «Славнефть НПЦ», Почетный нефтяник, эксперт России по недропользованию; 5 кандидатов геол.-мин. наук, в т.ч., профессор, член-корреспондент МАЭН, Почетный работник Высшего профессионального образования РФ, 3 доцента. Коллегами подготовлено 14 кандидатов наук, опубликовано более 30-и монографий, издано более 100 научно-производственных отчетов и

около 1100 научных работ, в т.ч., 21-о авторское свидетельство, обнаружено около 40 новых и перспективных проявлений полезных ископаемых, открыто в соавторстве 5 новых минералов. Трое являются авторами и соавторами более 5-и листов государственной геологической съемки м-ба 1:200000 и участвовали в геолого-съёмочных работах за рубежом, где их заслуги были отмечены грамотами и благодарностями Посла СССР, Экономсоветника Посольства СССР, Государственного комитета экономического содействия.

Достойный труд сокурсников многократно отмечался наградами различного уровня. Среди них: Золотая медаль Европейского Союза, медаль Монголии «Дружба»; Памятные медали М.В. Ломоносова (2), В.А. Обручева (2), А.Е. Ферсмана, В.И. Смирнова; медали «Ветеран труда» (10), «350 лет Иркутску» (2), «За строительство Байкало-Амурской магистрали», «100 лет Профсоюзам России»; почетные знаки «Первооткрыватель месторождения», «Отличник разведки недр», «Почетный разведчик недр», «300 лет горно-геологической службе России», «Серебряная Сигма» СО РАН, «За развитие энергетики Приангарья», «Победитель социалистического соревнования» (5), «Ударник пятилетки» (3). Трудовые успехи также неоднократно отмечались Почетными грамотами и благодарностями на Министерском, областном и городском уровнях.

### **Благодарности**

В основе нашего повествования использованы воспоминания авторов, коллег, друзей и близких, а также материалы личных дел из архива ИГУ и информация из открытой печати. Рассказать все, что с нами было, постоянно и заботливо помогали: Баринов Д.Ю., Барина Л.Б., Барина С.Ю.; Безпечинская (Мишарина) Л.П., Буторина (Глебова) И.В., Вольнец (Дмитриева) Д.Б., Воробьев О.Е., Воробьева С.С., Гланц Е.Л., Громова Т.Г., Дмитриева С.И., Дымченко (Дворянинова) В.А., Дворянинова Н.В., Донцова В.И., Дроздова (Мишарина) Е.Ю., Зольников А.И., Зольникова Т.В., Корж С.И., Карпачев (Гланц) Г.В., Ким А.А., Кинякина О.А.,

Козлова Ю.С., Корольков А.Т., Пашкова А.Г., Плескачев В.П., Проньшина О.А., Скотников В.В., Ступак Р.М., Тельнова (Бабкина) В.В., Харахинова Т.Б., Эрлих С.А. Особо неопенимый вклад в нашу работу состоялся благодаря любезной поддержке со стороны директора архива ИГУ Галины Ивановны Койковой и ведущего инженера Забайкальского филиала ФБУ «ТФГИ по Дальневосточному Федеральному округу» Натальи Александровны Косых.

Всем выражаем искреннюю признательность и благодарность!

## Литература

- «А путь и далек и долог» (К 60-летию ФГУГП «Читагеолсьемка»). Краткий биографический справочник, 1950-2010 гг. Составители: М.А. Вологдин, Н.А. Косых, В.Н. Павлык, Н.Н. Чабан. Чита, 2010. 89 с.
- Антипин В.С., Покровский Б.Г., Федоров А.М. Патомский кратер – результат фреатического взрыва: геологические и изотопно-геохимические свидетельства. Литология и полезные ископаемые. 2015, № 6. С. 538–548.
- Васильев И.А., Мельников В.Д. «Геологи Амурской области». Благовещенск: КПП Амурской области МПР РФ, 1999. С. 3.
- Воронин В.И., Антипин В.С., Осолков В.А., Федоров А.М. Патомский кратер: результаты дендрохронологических исследований, возраст и биогеохимические особенности деревьев. География и природные ресурсы, № 4, 2020. С. 152-161. DOI: 10.21782/GiPR0206-1619-2020-4(152161)(WOS)
- ВостСибуглеразведка, Управление. [Электронный ресурс]. URL: <http://infotable.ru>>comrapu (Дата обращения 30.11.2023).
- «Геологи Иркутского госуниверситета»: [Биогр. справ.] / Ассоц. Выпускников и сотрудников Геол. фак. Иркут госуниверситета (ГеоИГУ); [Сост. В.В. Андреев]. Иркутск: Макаров С.Е., 1999. С. 75.
- Геология нефти и газа. Редакция журнала. 2021, № 1. С. 30.
- Иркутскгеофизика — наша судьба. Москва: ООО «Геоинформмарк», 2007. 492 с.
- Кожевников О.К., Глебов М.П., Кизияров Г.П., Кухринкова Н.В., Урумова Г.И. Утуликский дайковый пояс – новый район развития онгонитов и литий-фтористых гранит-порфиров. Докл. АН СССР. 1976. № 6 Т. 231. С. 1434–1437.
- Кожевников О.К., Глебов М.П., Переляев В.И., Серебренников Л.М., Хренов П.М. Перспективная оценка оловянно-вольфрамового оруденения Восточного Саяна и Хамар-Дабана. Геология и полезные ископаемые Юга Восточной Сибири. Иркутск, 1979. С. 99–101.
- Лисовский Ю.Л. «Читинское геологическое управление. Дела и судьбы». Книга третья, 1985-2006 гг. Реорганизация, разгром и ликвидация. Чита, «Экспресс-издательство», 2014. 190 с.
- Некрополь. Восточно-Сибирская правда, от 21.12.2002. <http://www.vsp.ru/2002/12/21/anisimov-vyacheslav-vasilevich/> (Дата обращения 30.11.2023)
- Некрополь. Восточно-Сибирская правда, от 21.07.2004. <http://www.vsp.ru/2004/07/21/dontsov-viktor-viktorovich/> (Дата обращения 14.11.2023)
- Некрополь. Восточно-Сибирская правда, от 16.08.2005. <http://www.vsp.ru/2005/08/16/vorobev-evgenij-ivanovich/> (Дата обращения 09.01.2024)
- Некрополь. Восточно-Сибирская правда, от 24.07.2007. <http://www.vsp.ru/2007/05/24/rybinskij-anatolij-valeryanovich/> (Дата обращения 28.12.2023)
- Сардангро, бассейн верхнего течения реки. Золото россыпное – Месторождения – Недра ДВ. [nedradv.ru](http://nedradv.ru) > [nedradv.ru/find\\_place](http://nedradv.ru/find_place) (Дата обращения 23.12.2023)
- Сизых А.И. Геологический факультет Иркутского государственного университета. 60-летию Геологического факультета Иркутского государственного университета посвящается. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2009. С. 15, 16, 235–237.
- Чернецкая И.И. Династия. – Пути и судьбы геологов Иркутского государственного университета. Биографо-мемуарный цикл. Кн. 3. Выпускники 1953-1955 гг. Иркутск: Изд-во Глазк. Тип., 2015. 118 с.

## References

"And the path is both far and long" (For the 60th anniversary of the FGUGP "Chitageolsemka"). A short biographical guide, 1950-2010. Compiled by M.A. Vologdin, N.A. Kosykh, V.N. Pavlyk, N.N. Chaban. Chita, 2010. 89 p.

Antipin V.S., Pokrovsky B.G., Fedorov A.M. Patomsky crater – the result of a phreatic explosion:

geological and isotope-geochemical evidence. Lithology and minerals. 2015, No. 6, pp. 538–548.

Vasiliev I.A., Melnikov V.D. Geologists of the Amur region. Blagoveshchensk: KPR of the Amur region of the MPR of the Russian Federation, 1999. P. 3.

Voronin V.I., Antipin V.S., Oskolkov V.A., Fedorov A.M. Patomsky crater: results of dendrochronological studies, age and biogeochemical features of trees. Geography and Natural Resources, No. 4, 2020. P. 152–161. DOI: 10.21782/GiPR0206-1619-2020-4(152–161)( WOS)

VostSibuglerazvedka, Management. [electronic resource]. URL: <http://infotable.ru> >company (Accessed 11/30/2023)

Geologists of Irkutsk State University: [Bio-reference.] / Assoc. Graduates and employees of Geol. fac. Irkut State University (GeoIGU); [Comp. V.V. Andreev]. Irkutsk: Makarov S.E., 1999. P. 75.

Geology of oil and gas. The editorial board of the magazine. 2021, No. 1. P. 30.

Irkutskgeophysics — our destiny. Moscow: OOO «Geoinformmark», 2007. P. 492

Kozhevnikov O.K., Glebov M.P., Kiziyarov G.P., Kuhrinkova N.V., Urumova G.I. Utulik dyke belt is a new area of development of ongonites and lithium-fluoride granite porphyries. Dokl. USSR Academy OF Sciences. 1976. No. 6, vol. 231. P. 1434-1437.

Kozhevnikov O.K., Glebov M.P., Perelyaev V.I., Serebrennikov L.M., Khrenov P.M. Perspective assessment of tin-tungsten mineralization of the Eastern Sayan and Khamar-Daban. Geology and minerals of the South of Eastern Siberia. Irkutsk, 1979. P. 99–101.

**Антипин Виктор Сергеевич,**

*доктор геолого-минералогических наук, профессор  
664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1А,  
Институт геохимии СО РАН,  
главный научный сотрудник,  
тел.: (3952)42-70-56,  
email: vant@igc.irk.ru.*

**Antipin Viktor Sergeevich,**

*professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,  
Institute of Geochemistry SB RAS,  
664033 Irkutsk, Favorskogo st., 1A,  
Chief Researcher of the IGH SB RAS,  
tel.: (3952)42-70-56,  
email: vant@igc.irk.ru.*

Lisovsky Y.L. Chita Geological Department. Deeds and destinies. Book Three, 1985-2006. Reorganization, defeat and liquidation. Chita, "Express Publishing House", 2014. 190 p.

The necropolis. East Siberian Truth, dated 12/21/2002. <http://www.vsp.ru/2002/12/21/anisimov-vyacheslav-vasilevich/> (Accessed 11/30/2023)

The necropolis. East Siberian Truth, dated 07/21/2004. <http://www.vsp.ru/2004/07/21/dontsov-viktor-viktorovich/> (Accessed 11/14/2023)

The necropolis. East Siberian Truth, dated 08/16/2005.

<http://www.vsp.ru/2005/08/16/vorobev-evgenij-ivanovich/> (Accessed 09.01.2024)

The necropolis. East Siberian Truth, dated 07/24/2007. <http://www.vsp.ru/2007/05/24/rybinskij-anatolij-valeryanovich/> (Accessed 12/28/2023)

Sardangro, the basin of the upper reaches of the river. Placer gold – Deposits – Subsoil of the DV. nedradv.ru > nedradv/ru/find\_place (Accessed 12/23/2023)

Sizykh A.I. Geological Faculty of Irkutsk State University. Dedicated to the 60th anniversary of the Geological Faculty of Irkutsk State University. Irkutsk: Publishing House of the ISU, 2009. P. 15, 16 and pp. 235–237.

Chernetskaya I.I. Dynasty. – The ways and destinies of geologists of Irkutsk State University. Biographical and memoir cycle. Book 3. Graduates 1953-1955, Irkutsk: Publishing House of the Eye. Type., 2015. 118 p.



**Гланц Владимир Иосифович,**

ПО Укруглегеология,  
Донецк, проспект Ильича, 91,  
ст. геолог,  
тел.: +1(551)206-6408,  
email: euglants@gmail.com,  
с 1994 г. на заслуженном отдыхе.

**Glants Vladimir Iosifovich,**

BY Ukruglegeology,  
Donetsk, Ilyich Avenue, 91,  
st. geologist,  
tel.: +1(551)206-6408,  
email: euglants@gmail.com,  
since 1994, on a well-deserved vacation.

**Глебов Михаил Павлович,**

кандидат геолого-минералогических наук, профессор,  
Братский госуниверситет,  
665709, Братск, ул. Макаренко, 40,  
декан факультета экономики и управления,  
тел.: 930-075-7181,  
email: glebov\_bratsk@mail.ru,  
с 2013 г. на заслуженном отдыхе.

**Glebov Mikhail Pavlovich,**

professor, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,  
Bratsk State University,  
665709, Bratsk, Makarenko st., 40,  
Dean of the Faculty of Economics and Management,  
tel.: 930-075-7181,  
email: glebov\_bratsk@mail.ru,  
since 2013, on a well-deserved vacation.

**Ким Афанасий Григорьевич,**

683016, Петропавловск-Камчатский, ул. Мишенная, д. 106,  
ПГО Камчатгеология,  
нач. партии,  
тел.: 926-368-8298,  
с 1995 г. на заслуженном отдыхе.

**Kim Aphanasiy Grigorievich,**

PGO Kamchatgeology,  
683016, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Mishennay st., 106,  
the beginning of the party,  
tel.: 926-368-8298,  
since 1995, on a well-deserved vacation.

**Кинякин Александр Владимирович,**

ФГУГП «Читагеолсъёмка»,  
672038, Чита, ул. Амурская (Калинина), 91/15,  
нач. партии,  
тел.: 914-504-3786,  
с 2008 г. на заслуженном отдыхе.

**Kiniyakin Aleksander Vladimirovich,**

FGUGP "Chitageolsemka",  
672038, Chita, Amurskay (Kalinina) st., 91/15,  
the beginning of the party,  
tel.: 914-504-3786,

*since 2008, on a well-deserved vacation.*

**Козлов Станислав Александрович,**  
ФГУПП «Читагеолсъёмка»,  
672038, Чита, ул. Амурская (Калинина), 91/15,  
нач. партии,  
тел.: 302-231-6851,  
email: Za2999@mail.ru,  
с 2021г. на заслуженном отдыхе.

**Kozlov Stanislav Alexandrovich,**  
FGUGP "Chitageolsemka",  
672038, Chita, Amurskay (Kalinina) str., 91/15,  
the beginning of the party,  
tel.: 302-231-6851,  
email: Za2999@mail.ru,  
since 2021, on a well-deserved vacation.

**Мазукабзов Анатолий Муталибович,**  
профессор, доктор геолого-минералогических наук,  
Институт земной коры СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128,  
главный научный сотрудник лаборатории палеогеодинамики,  
тел.: (3952)42-69-00,  
email: mazuk@crust.irk.ru.

**Mazukabzov Anatoly Mutalibovich,**  
professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
664033 Irkutsk, Lermontov st., 128,  
Chief Researcher of the Laboratory of Paleogeodynamics,  
tel.: (3952)42-69-00,  
email: mazuk@crust.irk.ru.

**Ступак Федор Максимович,**  
доктор геолого-минералогических наук,  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,  
119017, Москва, Старомонетный переулок, 35, корпус 1,  
ведущий научный сотрудник лаборатории редкометального магматизма,  
тел.: (499)230-84-92,  
электронная почта: fms38@mail.ru.

**Stupak Fyodor Maksimovich,**  
doctor of Geological and Mineralogical Sciences,  
Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS,  
119017, Moscow, Staromonetny Pereulok, 35, building 1,  
Leading Researcher at the Laboratory of Rare Metal Magmatism,  
tel.: (499)230-84-92,  
email: fms38@mail.ru.

**Харахинов Валерий Владимирович,**  
профессор, доктор геолого-минералогических наук,  
ООО «Славнефть НПЦ»,  
170034, Тверь, проспект Чайковского, 21,  
зам. генерального директора,  
тел.: (4822)32-35-68,  
email: V.kharakhinov@yandex.ru,  
с 2017 г. на заслуженном отдыхе.

**Kharakhinov Valery Vladimirovich,**  
professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,  
Slavneft NPTS LLC,  
170034, Tver, Tchaikovsky Avenue, 21,  
Deputy General Director,  
tel.: (4822)32-35-68,  
email: V.kharakhinov@yandex.ru,  
since 2017, on a well-deserved vacation.

**Цахновская Мария Михайловна,**  
доцент, кандидат геолого-минералогических наук,  
Иркутский госуниверситет,  
664025, Иркутск, ул. Ленина, 3,  
зам. декана геологического факультета,  
тел.: +972-54-423-5066,  
email: msvyat405950@gmail.com,  
с 1991 г. на заслуженном отдыхе.

**Tsakhnovskaya Maria Mikhailovna,**  
Associate Professor, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,  
Irkutsk State University,  
664025, Irkutsk, Lenin st., 3,  
Deputy Dean of the Faculty of Geology,  
tel.: +972-54-423-5066,  
email: msvyat405950@gmail.com,  
since 1991, on a well-deserved vacation.

---

## Полевые практики

УДК 574.9

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.150>

### Полевые учебные практики геологического факультета Иркутского государственного университета

С.Н. Коваленко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Учебные геологические практики являются естественным продолжением теоретических аудиторных занятий. В статье восстанавливается история их проведения с момента основания геологического факультета ИГУ, приводится описание основных методических пособий, перечисляются все преподаватели-руководители практик, виды и способы их проведения, а также дается краткая их психологическая и профессиональная особенность проведения и значимость для студентов — будущих геологов.

**Ключевые слова:** полевые учебные практики, геология, история учебных практик ИГУ, места проведения практик, виды и способы проведения практик.

### Field Training of the Faculty of Geology of Irkutsk State University

S.N. Kovalenko

*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

**Abstract.** Educational geological practices are a natural continuation of theoretical classroom training. The article reconstructs the history of their conduct since the founding of the Faculty of Geology of the ISU, describes the main methodological aids, lists all teachers-heads of practices, types and methods of their conduct, as well as gives a brief summary of their psychological and professional peculiarities of their conduct and significance for students — future geologists.

**Keywords:** field training, geology, history of educational practices of ISU, places of practice, types and methods of practice.

#### История

Историю учебных геологических практик, я думаю, можно проследить, по выходящим в начале прошлого века геологическим путеводителям или справочникам, начиная со справочника В.Д. Ломтадзе (1938), который не утратил своей актуальности до сих пор. Одной из задач этого справочника было дать руководство и материал для организации геологических экскурсий в окрестностях Иркутска, чем

оказать помощь преподавателям (дать соответствующий краеведческий материал) при проработке дисциплин по геологии и физической географии и проведении экскурсий в окрестностях Иркутска, а также помочь студентам геолого-почвенно-географического факультета университета при проведении учебной практики. Справочник состоит из двух частей. Первая часть преследует цель теоретически подготовить читателя для геологических экскурсий, ознакомить с районом, с его



физико-географическими условиями, геологическим строением и историей развития рельефа. Во второй части даются практические и технические указания по подготовке и проведению экскурсий. В этой части приводится список необходимого снаряжения, методика документации, отбора образцов и полевого опробования полезных ископаемых, которые могут быть встречены в окрестностях г. Иркутска.

Интересно, что процесс полевых исследований раньше делился также, как и сейчас, на подготовительный, полевой и камеральный периоды. В справочнике можно подчерпнуть довольно много интересного материала по современным экскурсиям в окрестностях г. Иркутска, получить советы по полевой документации, полевому снаряжению, совершить своеобразную экскурсию в состояние геологической изученности 85–90-летней давности, вспомнить названия давно исчезнувших поселков, узнать о месторождениях, формах рельефа, поглощенных территорией современного города или затопленных Иркутским водохранилищем. Современная минутная транспортная доступность некоторых геологических объектов требовала в то время 1-2 дневной поездки на автотранспорте или пешком.

С книгой можно познакомиться в библиотеке Русского географического общества или в Интернете по ссылке: <https://elib.rgo.ru/safe-view/123456789/231118/1/MTM3ODlfR2VvbG9naWNoZXNraWUgZWtza3Vyc2lpIHUgb2tyZXN0bm9zdGkgSXJrdXRza2Egcy5wZGY=>

Из других источников материалов для первых геологических практик нашего факультета можно упомянуть работы: М.М. Тетяева (1916, 1924 и 1930).

Второй же книгой в след за В.Д. Ломтадзе, по описанию геологических экскурсий в окрестностях Иркутска, следует считать книгу А.Н. Граниной и М.М. Одинцова (1947), имеющуюся в областной библиотеке, в которой приведено экономическое описание Приангарья, гидрологическое, геологическое описание реки

Ангары до ее зарегулирования водохранилищами ГЭС (Иркутское, Братское, Усть-Илимское), существовавшее на ней судоходство, навигация и населенные пункты, а также рельеф, растительность и животный мир, дано обоснование освоения энергетической мощи Ангары путем создания каскада гидроэлектростанций, дана краткая история освоения территории с первых экспедиций казаков XVII века до послевоенного времени.

В книге хорошо описаны ныне затопленные пороги и шиверы р. Ангары, характер главного русла и многочисленных притоков, берегов, скорости и глубины течения, острова, береговые хребты с характерными ландшафтами. Раскрыты причины появления в русле гигантских валунов метаморфических пород среди окружающих осадочных юрских песчаников, причины появления и детальное описание многочисленных знаменитых ангарских порогов: Похмельный → Пьяный → Падунский → 6-ти километровый Долгий → Шаманская шивера → Шаманский бык → Шаманский порог (самый опасный). «Иркутский поэт К. Седых так описывает Ангарские пороги:

Космат и опалово мутен  
Шипучий пучины кипун  
Он бревна тяжелые крутит,  
Разламывая их в щепу.  
Пороги... Пороги... Пороги...  
Шаманский, Похмельный,  
Падун.  
На них лоцманов кривоногих  
Без счета влипало в беду.»  
(Гранина, Одинцов 1947, с. 17).

Все пороги среднего участка Ангары образованы выходами сибирских траппов. Ниже устья Илима, после Бадарминского ущелья, долина Ангары заметно расширяется, но и здесь она изобилует порогами и шиверами: Аплинский → Мурский → Стреловский.

Для экскурсантов (читай практикантов) приведено подробное описание

организации, снаряжения, тематики и расписания водных (пароходных и лодочных) экскурсий, вложена детальная карта поселков и рек бассейна р. Ангары от Байкала до Братска, Нижнего-Илима, Усть-Кута и Тулуна 1: 2 500 000 масштаба.

Эти два своеобразных пособия по практике были выпущены в свет еще до организации геологического факультета, и я думаю, что они могли быть использованы в организации первых учебных геологических практик на факультете.

Следующей исторической вехой и первым настоящим пособием по геологической практике на факультете следует считать очерк-брошюру Николая Алексеевича Логачева (1958), которая популярно освещает геологическое строение непосредственно прилегающих к городу окрестностей и рассчитана на лиц, занимающихся краеведением, школьников старшего возраста, учащихся техникумов и студентов геологической и географической специальностей. Данный очерк знакомит молодых людей с основными чертами геологической науки и геолого-географическим строением окрестностей г. Иркутска: геохронологией, способами образования горных пород и с последовательностью их наложения от самых древних архейских до кайнозойских и современных, геологической историей и представлениями о географии древних эпох, изменениями рельефа и климата, с происхождением и развитием впадины оз. Байкал. Заключительная часть содержит сведения по организации и проведению геологических экскурсий с перечнем маршрутов.

А также я могу вспомнить какие были учебные практики в мое время обучения в начале 70-х прошлого столетия — практики по геологии, топографии и геологическому картированию в окрестностях знаменитого города золотодобытчиков Балей в Читинской области в 1972 и 1973 гг., руководители: В.Г. Гладков и М.М. Пухнаревич, где студенты в полевых условиях два месяца помогали геолого-разведочной экспедиции картировать и

опробовать перспективную площадь, занимаясь проходкой канав, геофизикой и прокладкой профилей. А по выходным в качестве студенческого отряда ездили по окрестным деревням с концертами. Это был период практик перед перестройкой 1974–1992 гг., в конце которого в качестве руководителя начал принимать и автор этой статьи. С 1989 года по настоящее время в моей работе по проведению полевых учебных практиках было пропущено может быть всего пару сезонов. А это 36 лет.

Предперестроечный период был самым благоприятным для проведения практик. Руководитель получал необходимое количество денег, которых с лихвой хватало на питание, проезд и даже печать цветных фотографий в любом количестве каждому студенту-практиканту. В этот период на ведущей кафедре руководителю вручались студенты и он на свое усмотрение согласно общепринятой для всей советской страны программы ее проводил. В конце в некоторых случаях, например, при проведении практики на биолого-почвенном факультете Университета, даже не надо было студентам писать отчет. Руководители, естественно, никаких отчетов тоже не писали.

В этот период главными организаторами и руководителями практик на факультете являлись: Валентина Ильинична Дреганова, Анатолий Афанасьевич Белоголов, Валентин Федорович Лузин, Анатолий Иванович Сизых, выпустивших пособие Учебные геологические экскурсии в окрестностях Иркутска и Байкала (1998); Петр Иосифович Шамес, весь богатый опыт которого был опубликован в его посмертном пособии Методика проведения геологосъемочных работ (1999); полевые практики у геологов-нефтяников проводили опытные геологи-полевики доценты кафедры нефти и газа Владимир Сергеевич Карпышев, Валентин Федорович Лузин и Наталья Геннадьевна Коновалова, которые в разные годы опубликовали два учебных пособия Учебная геологическая практика геологов-нефтяников в

Восточной Сибири (1985) и Специализированная нефтегеологическая практика (2008), а также С.П. Примина, Т.М. Мельникова, Г.Я. Абрамович, А.Т. Корольков, С.П. Летунов, И.С. Чувашова, З.П. Макаровичина, Вит.И. Сизых, С.Е. Карпов, В.Ю. Жарый, М.В. Шорникова, В.А. Пашков, М.Ф. Кузнецов, В.А. Буланов и вероятно многие другие, имена и фамилии которых у меня не сохранились в памяти.

Интересно проводились «полевые» практики в год эпидемии коронавируса: выезжать в поле было нельзя — все дистанционно по Интернету, — когда студентам сообщались литературные источники, фотографии геологических объектов, геологические карты и схемы, на которые наносились нитки маршрутов, и они должны были по ним описывать маршруты и затем писать отчет. Некоторые преподаватели на свой страх и риск встречались со студентами и проводили практики во дворе учебного корпуса, в лесном парке в Академгородке или проведение практики переносилось на осень, когда требования изоляции несколько ослабли.

В настоящее время полевые учебные практики по геологии после первого курса ведут — Сергей Васильевич Рассказов, Анастасия Алексеевна Каримова, Светлана Владимировна Липкина, а у второго курса по геокартированию, бурению и нефтяной геологии — Татьяна Фаизовна Газизова, Юлия Сергеевна Андреева, Владимир Александрович Примин и ваш почтенный слуга. Организатором всех учебных полевых практик на геологическом факультете Университета долгие годы является Ирина Анатольевна Богданова.

В заключении исторического экскурса хотелось бы привести высказывания одного студента-практиканта в маршруте: «Сергей Николаевич! Я наконец то понял, что вы нам рассказывали и показывали на лекциях!»

### **Места проведения**

Полигоны практик в нашем регионе многочисленны и характеризуются

разнообразной геологической обстановкой, в возрастном отношении простирающейся от архея до кайнозоя. Это прежде всего окрестности г. Иркутска (долины рр. Ангара, Иркут, Кая, Ушаковка, Иркутское вдхр.), долина р. Олха (от пос. Олха, Бол. Луг, Рассоха и до скальников Витязь, Идол, Старуха и др.); западное и восточное побережье оз. Байкал (залив Мухор на Малом море, от пос. Бол. Голоустное до г. Слюдянка и плюс Кабанский район в дельте Селенги); северные отроги Хамар-Дабана (хр. Комарский и Становой, рр. Слюдянка, Похабиха, Бурутуй и др.); Шумак, Аршан, рр. Снежная, Куртун; Польша, Монголия.

Все районы легко доступны и удобны для проведения полевых геологических практик, т. к. хорошо освоены геологами и туристами, с многочисленными тропами и полевыми дорогами, карьерами и месторождениями, обеспечены детальными топографическими и геологическими картами.

В последнее время используются хорошо освоенные, наиболее информативные, красивые и интересные полигоны по берегу Байкала от Листвянки до Бол. Голоустной; район пос. Куртун; северные отроги хр. Хамар-Дабан Слюдянского района; долина р. Олха; для геологов-нефтяников — полигон в дельте р. Селенги с базой практик в пос. Мурзино в Кабанском районе Республики Бурятия. Географическое местоположение большинства из перечисленных полигонов см. (Коваленко и др., 2023).

По учебным полевым практикам по геокартированию по трем полигонам для широкого ознакомления студентов опубликованы статьи:

1. Коваленко С.Н., Китов А.Д., Иванов Е.Н. Полевая учебная практика по геологии и физической географии в окрестностях г. Мунку-Сардык (Восточный Саян) (2022), в которой рассматривается уникальный район (горный массив Мунку-Сардык) для проведения научной и учебной полевых практик для студентов вузов, техникумов геолого-географического

профиля и ОБЖ по специальности геология и физическая география. Приводится описание территории и её преимущества с учётом разнообразных ландшафтов, растительности и животного мира. Предлагается ориентировочный план и отмечаются особенности практики, в том числе возможности доставки к месту практики и перемещения в пределах района.

2. Коваленко С.Н. и др. Учебная полевая практика по геокартированию на геологическом факультете Иркутского университета (2023), в которой дается подробная характеристика всех геологических образований представленных: возрастом от архейского акрона до кайнозойской эры; осадочными породами различных стратиграфических подразделений, разновозрастными магматическими комплексами, метаморфическими и динамометаморфическими породами и последовательностью их образования; современными рыхлыми образованиями склонового, пролювиально-селевого, озерного, аллювиального, гляциального, солифлюкционного и др. генезиса; полезными ископаемыми и органическими остатками, складками и разрывами различной морфологии и генезиса в пределах нескольких ключевых участков Прибайкалья и окрестностей г. Иркутска, которые приходится изучать студентам на учебной полевой практике по геокартированию, после второго курса обучения в Университете. В процессе геокартирования студенты обучаются методам картирования и камеральной обработки всех этих геологических образований и предоставляют свои результаты в виде научно-производственного отчета в конце практики.

3. Коваленко С.Н. и др. Геолого-геоморфологическая основа полевой учебной практики по геокартированию на Хамар-Дабане (2024), в которой дана подробная характеристика геологических формаций южной части Хамар-Дабана Слюдянского района, представленных: геологическими формациями регионального и контактового метаморфизма, динамометаморфизма различных фаций, интрузивными и

эффузивными породами, геоморфологическое описание ледниковых морфоскульптур палеоледников, а также описание содержания геокартировочной практики в течение четырех недель.

С первым курсом проводятся экскурсии на Тулунский и Черемховский юрские угольные разрезы, в шахту месторождения каменной кембрийской соли в пос. Тыреть, Главный Восточно-Саянский глубинный разлом, Шарыжалгайский архейский выступ фундамента Сибирской платформы, вулканы Тункинской долины, минеральные источники по р. Олха, Аршан, карьер Перевал в Хамар-Дабане и др. По первой полевой геологической практике для студентов доступно пособие, которое в настоящее время готовится к публикации:

Рассказов С.В., Тарасова А.А., Чувашова И.С. Первая учебная геологическая практика по общей геологии: пособие. Иркутск: Изд-во ИГУ, 45 с.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 21.05.02 «Прикладная геология», направлению 05.03.01 «Геология» и направлению 05.04.01 «Геология» для проведения первой учебной геологической практики, целью которой является освоение и закрепление курса «Общая геология». Это первая практика студентов геологической специальности, которая позволяет приобрести навыки работы с горным компасом на местности, научиться документировать геологические объекты, ознакомиться с горными породами и слагающими их минералами непосредственно в природных условиях, а также познакомиться с описанием геологии учебных маршрутов практики.

По специализированной нефтегеологической практике имеется учебное пособие:

Лужин В.Ф., Коновалова Н.Г. Специализированная нефтегеологическая практика (2008), которое предназначено для студентов специальности «Геология и геохимия горючих ископаемых» направления «Геология», профилизации «Геология и геохимия нефти и газа» очной формы обучения.



Кроме того, оно может быть использовано при подготовке студентов других специальностей, а также при подготовке бакалавров и магистров.

Наиболее интересным во всех отношениях является Хамардабанский полигон, простирающийся от Байкала и до осевой линии хр. Хамар-Дабан (рис. 1), который является удобным полигоном для проведения не только первой учебной полевой практики по геологии со студентами-бакалаврами первого курса геологических специальностей, но позволяет успешно и качественно проводить полевую практику со студентами второго курса по геологическому картированию. Здесь можно изучить геологические основы, простирающиеся в историческом диапазоне от глубин архея до современных геологических и гляциальных процессов и явлений. Полигон обладает целым рядом преимуществ: 1) в геотектоническом отношении расположен в складчатой области, сформированной на южной границе Сибирской

древней платформы в результате коллизии (столкновения) с ней Хамардабанского микроконтинента. В этом районе Сибирскую платформу характеризуют структуры и породы Шарыжалгайского выступа ее фундамента вдоль Кругобайкальской железной дороги и северо-восточного склона Восточного Саяна, а Хамардабанский микроконтинент — раннепротерозойские структуры и образования слюдянской, хангарульской и хамардабанской серий, обнажающихся на хр. Хамар-Дабан в Слюдянском районе с разнообразнейшей геологией простирающейся от кайнозойских образований (гляциальные, склоновые и пролювиально-селевые, базальтовые вершинные покровы) до глубоко метаморфизованных пород архея (фундамент Сибирской платформы, складчатые толщи Слюдянского кристаллического комплекса) с разнообразнейшими полезными ископаемыми и рудопроявлениями (свыше 20);



**Рис. 1.** Региональная схема положения Хамардабанского полигона учебной практики.

**Fig. 1.** Regional layout of the location of the Hamardaban training site.

2) хорошо освоен туристами и геологами (множество горно-рудных предприятий, проведена съёмка 1: 50 000 масштаба);

3) хорошо развита сеть дорог и обустроенных туристических троп;

4) район хорош и по природным условиям: благоприятный климат: является

районом с самой высокой продолжительностью солнечного сияния на юге Сибири, средне-горный рельеф (абсолютные высоты лежат в пределах 456–2068 м) с вертикальной зональностью, простирающейся от таёжной зоны до тундровой и гольцовой (рис. 2), доброжелательный животный мир;



**Рис. 2.** Лесотундра Хамар-Дабана.

**Fig. 2.** Khamar-Daban forest tundra.

5) в организаторско-экономическом отношении район также удобен и безопасен: имеется развитая сеть горно-спасательной службы МЧС, во многих местах поддерживается сотовая связь, на нитке маршрутов имеются турбазы, лесные кафе, метеостанция, охотничье-промысловые базы.

Все вышесказанное является обоснованием проведения практики в данном районе и как нельзя лучше подходит для выработки у будущих геологов полевых, в том числе и бытовых, навыков волевых качеств геолога и широкого геологического кругозора.

Шесть лет (1986–1987, 1990, 2003, 2004, 2005 гг.) практика по геокартированию на факультете проводилась на Куртунском полигоне в долине р. Куртун в пределах Прибайкальского прогиба в полосе развития Куртунских складок развитых в трехчленном рифейском байкальском комплексе. На территории полигона имеются интересные памятники природы Куртунские пещеры и Куртунские петроглифы, мраморный карьер в пос. Бугульдейка, а близость оз. Байкал и прекрасная природа с разнообразными ландшафтами, животным и растительным миром (Лузин,

Коновалова, 2008). На территории полигона студенты могут изучить разнообразные складки и осложняющие их дополнительные складки, кливаж и разломы в венд-нижнекембрийских и верхнепротерозойских осадочных комплексах, а также познакомиться с предманзурской корой химического выветривания по кварцевым песчаникам среднеголоустенской подсвиты (Харгинское месторождение стекловых песков) и самой кайнозойской плиоценовой аллювиальной манзурской свитой (долина руч. Хогот, водораздельная часть руч. Хогот, Купкала, Обой-Гужир, борта долины рр. Куртун и Шаманка).

Полигон хорошо описан в пособии В.Ф. Лузин и Н.Г. Коноваловой (Лузин, Коновалова, 2008, с.126–161).

На Олхинском полигоне можно выполнить около 36.5–46 пог. км интересных профессионально-познавательных маршрутов от о/п ВСЖД Олха до бывшего пионерлагеря Рекорд (вблизи о/п Садовая ВСЖД) по правому берегу р. Олха. Здесь по береговым обнажениям практиканты знакомятся с осадочными карбонатными породами кембрийской системы и

терригенно-карбонатными вендской системы. В долину реки дренируют многочисленные родники, которые являются прекрасными объектами для проведения гидрогеологических исследований. Из полезных ископаемых отмечается многочисленными проявления известняков, которые, судя по многочисленным обжиговым печам, служили объектом добычи местным населением. На левом берегу вблизи русла имеются фонтанирующие скважины месторождения Иркутской минеральной воды.

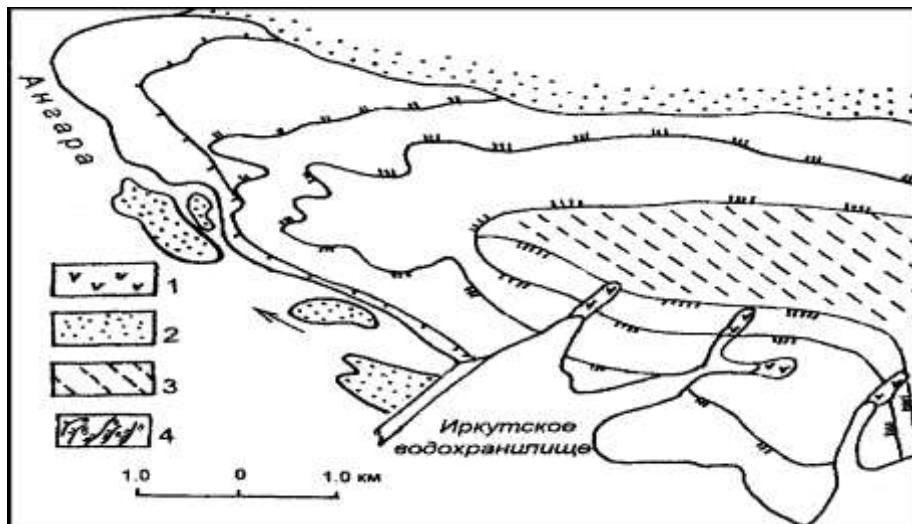
В окрестностях поселков Бол. Луг, Ханчин вдоль правого берега р. Олхи выходят вендские и рифейские осадочные породы нижней части чехла Сибирской платформы, которые контактируют в этом районе с метаморфическими и магматическими породами докембрия ее кристаллического фундамента, а от о/п Орленок ВСЖД до скальников Витязь, Идол и др. наблюдаются прекрасные скальные обнажения раннепротерозойского Саянского комплекса гранитов, по которым можно прекрасно провести статистический анализ трещиноватости, расшифровать причины сохранности причудливых форм

скальников и изучить Олхинское месторождение гранитов. Геолого-геоморфологическое описание полигона имеется в пособиях (Лузин, Коновалова, 2008, с. 58–110, 115–125; Учебно-исследовательская..., 2011, с. 36–39, 92–105).

В пределах в пригородной зоне и территории города в качестве Иркутского полигона разработано более 15–20 пог. км учебных маршрутов вдоль левого берега Иркутского водохранилища, вблизи устья р. Кая, вдоль скалистого крутого правого берега р. Иркут от устья и курорта Ангара до пос. Смоленщина. Здесь обнажаются различные полимиктовые песчаники, алевролиты, аргиллиты с прослоями бурого угля и многочисленными отпечатками юрских растений и обломков углефицированных стволов деревьев.

В центральной части города можно провести не одну экскурсию по теме «Природный камень в архитектуре г. Иркутска» и заняться геоморфологией по картированию пяти уровней надпойменных террас (рис. 3).

Полигон хорошо описан в пособии В.Ф. Лузин и Н.Г. Коноваловой (Лузин, Коновалова, 2008, с. 115–124 и др.).



**Рис. 3.** Террасы правобережной части г. Иркутска (по Проблемы оценки..., 1997, с. 134 с сокращениями).

1 – пролювиальные отложения падей; 2 – аллювиальные отложения низкой и высокой пойм; 3 – делювиальные отложения на коренных породах пологих склонов и водоразделов; 4 – границы первой (а), второй (б), третьей (в), четвертой (г) и пятой (д) надпойменных террас.

**Fig. 3.** Terraces of the right-bank part of Irkutsk (from Problems of assessment..., 1997, p. 134 with abbreviations).



1 – proluvial deposits of falls; 2 – alluvial deposits of low and high floodplains; 3 – de-luvial deposits on bedrock of gentle slopes and watersheds; 4 – boundaries of the first (a), second (b), third (c), fourth (e) and fifth (d) floodplain terraces.

Полигон по западному берегу Байкала между поселками Листвянка и Бол. Голоустное описан в пособии С.Н. Коваленко (Коваленко, 2016).

С полигоном в районе базы практик в районе д. Мурзино Кабанского района можно познакомиться в пособии В.Ф. Лузин и Н.Г. Коноваловой (Лузин, Коновалова, 2008, с. 162–214).

Полигон в районе пос. Шаманка хорошо описан в пособии В.Ф. Лузина и Н.Г. Коноваловой (Лузин, Коновалова, 2008, с. 79–82).

### **Виды и способы проведения полевых геологических практик**

#### *Виды полевых геологических практик*

1. Это прежде всего учебные, подробно рассматриваемые в настоящей статье, проводимые после 1-го и 2-го курсов.

2. Производственно-преддипломные после 3-го курса у современных бакалавров, а ранее просто производственные у студентов специалитета.

3. Преддипломные, после 4-го курса специалитета (активно проводилась до перехода на 4-летнюю подготовку бакалавров. Эти практики часто являлись продолжением производственных, когда студенты, выходя на диплом могли два полевых сезона отработать в одном месте по одной теме, а часто и на месте своей будущей производственной деятельности. Сейчас такие случаи являются довольно редкими.

#### *Способы проведения учебных полевых практик*

Способы проведения практик также могут быть различными:

1) путем организации автобусных и пеших экскурсий с полным обеспечением студентов-практикантов транспортом и информационным наполнением (Гранина, Одинцов, 1947; Уфимцев, 1992; Путеводитель геологических..., 1997; Белоголов и

др., 1998). Роль студентов большую часть времени проведения экскурсии пассивна. Метод используется и использовался в основном после первого курса при проведении геологических практик на нашем и биолого-почвенном факультете, при проведении практик за рубежом (Польша, Монголия); практик по бурению; ранее практик по геоморфологии проводимых на факультете Г.Ф. Уфимцевым, С.С. Осадчим, С.В. Ласточкиным (Уфимцев, 1995).

2) на базах практик в настоящее время — это специализированная нефте-геологическая практика после 2-го курса в пос. Мурзино, ранее в пос. Шаманка на р. Иркут Шелеховского района и др.;

3) экспедиционная, настоящая полевая практика, когда студенты большую часть времени самостоятельно организуют экспедиционный полевой быт (организация бивуака-лагеря, проживание в палатках, приготовление пищи на костре или газе), а также проведение маршрутов.

Мне вспоминается как мы студенты второго курса в 1973 г. самостоятельно ходили в маршруты в г. Балее, выполняя хоздоговорные работы по детальной съемке перспективного на золото участка; занимались статистикой трещиноватости и линейности (определяли трахитоидность) на порфировидном гранитном массиве.

Такой способ проведения практики лучше всего формирует представления студентов об его будущей профессии. Здесь я не в какой мере не умоляю значения экскурсий, но во время их проведения надо принуждать студента практиканта думать, а во время экспедиционной (походной) деятельности студент вынужден думать и одновременно действовать, часто самостоятельно решать различные проблемы и принимать решения, а также помогать товарищам в преодолении природных горно-таежных условий. При этом способе проведения практики студент



впервые сталкивается с оборудованием и снаряжением, которое сильно отличается от экскурсионного.

### **Условия проведения и их роль в формировании будущего геолога**

Хочется отметить, что условия полевых учебных практик не всегда являются такими идеальными как в пределах стационарных баз. В поле в ближайшем окружении лагеря может отсутствовать хорошая питьевая вода, как это было в начале практики 2024 г. на Буртуйском месторождении диопсида или в конце практик в Балее в середине лета, когда ручьи пересохла и пришлось пользоваться водой из отстойных ям, вырытых в сырых пониженных местах пойм этих ручьев. Все это у студентов закаляет волю и выносливость в преодолении трудностей.

Не последнюю роль при проведении полевой практики имеют физическая и психологическая подготовка практикантов — где это видно, чтобы 60-70-летний руководитель был сильнее молодых ребят в возрасте 20-ти лет!? На всю жизнь мне запомнились слова молодого человека, наделенного властью и авторитетом сокурсников (староста группы): «С.Н., вы что издеваетесь над нами!?» — таков был возмущенный ответ на предложение по ходу маршрута подняться на небольшую горку в 100 м от тропы к обнажению и описать его.

Пример психологического срыва на полевой практики в тайге, когда на просьбу и по насущной необходимости заготовить сухие дрова для вечернего костра и приготовления на следующее утро завтрака, молодые 19-20-летние парни, не обделённые здоровьем, несут из окружающего леса зеленые ёлки и объясняют это тем, что в лесу якобы нет сухих дров.

Неизгладимы из памяти и хорошие моменты практик. На всегда запомнились вечера у костра, после маршрутов с Мефодием Ивановичем Грудининым, когда он угощал нас своим фирменным компотом из ревеня и вел увлекательные беседы на геологические темы у жаркого костра.

Отличным психологически устойчивым климатом всегда отличаются студенты-специалисты группы 05261ДС. Как пример можно привести практику 2022 года в районе пос. Куртун, когда студенты без лишних возмущений организовали отличный бивуачный быт и дружно, дисциплинированно переносили все тяготы полевой жизни, успешно преодолевая тяготы полевой жизни.

Хочу заметить, что психологический климат проведения практик на учебных базах не отличается здоровьем, студенты трудно управляемы, постоянно находятся под соблазном на всевозможные, далекие от целей практики.

На практиках же в горно-таежных условиях дикой природы все совершенно по-другому:

1) студенты все до единого у руководителя на виду 24 часа в сутки;

2) совершенно нет цивилизационных соблазнов (телефон, сладости, развлечения и пр.), все время посвящается проведению маршрутов и организации быта, что приближает условия к их будущей полевой профессиональной экспедиционной деятельности;

3) в процессе практики идет воспитание и испытание воли, силы, выносливости, профессиональных и бытовых навыков, специфической дисциплины;

4) хорошая и здоровая окружающая среда (воздух, горы, солнце, кристально чистая вода);

5) некоторые студенты впервые попадают в горы, видят байкал, иногда коров в живом виде, клещей, дикий растительный и животный мир [следует отметить, что некоторые ребята, даже часто из деревень, не знают многих пород деревьев, не говоря уже о растениях] — результат гаджевой зависимости;

6) только в горно-таежных условиях у наших студентов появляется чувство профессиональной гордости за профессию геолога, когда они видят убогость встречаемых туристов, их элементарную неосведомленность об окружающей среде (природе, геологии), в организации быта и

ориентировании [случай на Хамар-Дабане с туристами из СПб на практике 2023 г.]. Здесь у студентов [я повторяюсь] открываются глаза на их будущую полевую деятельность в качестве геолога и исчезает романтическое, розовое представление о выбранной профессии;

7) в течение 2-3 недель у студентов вырабатывается чувство ответственности и необходимости помощи и заботы о товарищах спящих с ними в одной палатке, живущих в одном лагере, чему способствует соблюдение ежедневной дисциплины и строгого распорядка дня [вспоминается случай из последней практики на Хамар-Дабане, когда дежурный не встал раньше всех, не приготовил завтрак, когда ушли его товарищи в сложный горный маршрут голодными, тогда будешь мучиться весь день, правда, если есть у тебя совесть]. Поэтому [повторюсь еще раз] только в горно-таежных условиях учебной полевой практики студент становится или не становится (тихо отчисляется с геологического факультета) геологом;

8) только в полевых условиях можно познать всю ценность хорошего, качественного снаряжения, оборудования и бесполезность и даже опасность для здоровья дешёвых подделок;

9) только в экспедициях можно оценить накопленные в аудиториях знания по геологии (вспомните высказывание студента в конце исторического раздела статьи).

### **Снаряжение и оборудование**

При прохождении экспедиционной (полевой) учебной практики студенты знакомятся со снаряжением и оборудованием не по книгам и рассказам, а на своем, часто горьком, опыте, — это прежде всего:

а) с защитным полевым снаряжением: нормальными, а не бутафорными палатками-однодневками, практичными рабочими прочными многоразовыми плащ-накидками, головными уборами (иногда от комаров и москитов), хорошей маршрутной обувью (сапоги, кроссовки туристические ботинки, а не армейские дешёвые

берцы, как думают многие необстрелянные студенты); энцефалитными костюмами или другой защищающей от клещей одеждой, узнают для чего летом нужны шерстяные носки, термобелье, средства для разжигания костра, индивидуальная и коллективная аптечка;

Здесь можно привести множество горьких примеров игнорирования требований руководителя иметь это защитное снаряжение (случай в маршруте по долине р. Олха в дождь без полиэтиленовых накидок, недельный маршрут двух студентов по берегу Байкала без палатки, хождение студента в китайских шлепанцах в горах и т. п.). Я думаю, что все они после этого никогда не забывали про палатку и хорошую обувь;

б) бытовым снаряжением — котлы, костровое оборудование, защитный тент, топоры, лопаты, пилы, веревки и пр. В конце концов полевые средства гигиены;

в) снаряжением и оборудованием для работы — в бригаде (3–5 человек) или лучше всего у каждого участника экспедиции должен быть геологический (горный) компас, спутниковый навигационный прибор (навигатор), которым студент должен постоянно пользоваться, а не видеть его только в руках руководителя, полевой дневник у каждого студента, чтобы он ежедневно записывал в нем всю геологическую информацию по каждому маршруту, независимо от того пишут его товарищи по бригаде или нет. Одна из задач практики как раз и заключается в выработке у учащихся навыка постоянной фиксации (документации) профессиональной информации и фактов (тН, описание маршрутов). Фразы типа, которые приходится часто слышать от нерадивых студентов: «Я потом перепишу у товарищей!», здесь не подходят.

### **Современные достижения и проблемы**

Из достижений современных полевых практик по отношению к более ранним следует отметить:

1) их регулярность и хорошую документальную и организационную подготовленность (заслуга Ирины Анатольевны Богдановой);

2) довольно хорошую финансовую обеспеченность (180 руб. в день на одного студента);

3) хорошую методическую обеспеченность в виде пособий по практикам:

а) Грудинин М.И., Хрусталева А.В. Первая учебная геологическая практика: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2001. 51 с.

б) Лузин В.Ф., Коновалова Н.Г. Специализированная нефтегеологическая практика: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2008. 243 с.

в) Коваленко С.Н. Учебная полевая практика по геологической съемке на Байкале: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2016. 183 с.

г) Рассказов С.В., Тарасова А.А., Чувашова И.С. Первая учебная геологическая практика по общей геологии: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИГУ 45 с. (готовится к опубликованию).

Не утратили своей значимости и опубликованные ранее пособия:

а) Карпышев В.С., Лузин В.Ф. Учебная геологическая практика геологов-нефтяников в Восточной Сибири. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1985. 184 с.

б) Белоголов А.А., Дреганова В.И., Лузин В.Ф., Сизых А.И. Учебные геологические экскурсии в окрестностях Иркутска и Байкала. Иркутск: РИО ИГУ, 1998. 55 с.

в) Шамес П.И. Методика проведения геологосъемочных работ: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1999. 72 с.

По результатам полевых учебных практик в последние годы готовятся новые пособия:

а) по геологическому картированию на Хамар-Дабане, авт. С.Н.

Коваленко, Н.Д. Найданов, А.М. Бондаренко, Е.А. Трубачева, Г.М. Орлов;

б) по организация безопасного проведения маршрутов и рационального быта полевых учебных практик в горах Восточной Сибири, авт. С.Н. Коваленко.

Следует отметить и существующие некоторые недостатки современных полевых учебных практик:

1. Монопольная обязанность использовать на практиках только заказные автобусы на мой взгляд дорога и неудобна, т. к. на много удобнее в некоторых случаях воспользоваться услугами электричек, заехать или выехать на некоторые маршруты иногда на много проще воспользовавшись электричкой и не ждать срока заказанного автобуса. В вагоне электрички на много больше возможностей для руководителя провести ознакомительную или другую беседу с практикантами, подготовить снаряжение или вообще (если пошел дождь) вернуться обратно встречной электричкой через любой промежуток времени, чего нельзя сделать при использовании автобуса.

2. В семидесятые годы прошлого столетия на факультете был грузовик, который можно было использовать для завоза оборудования на полевые лагеря. Существующего небольшого УАЗ на базе пос. Мурзино явно недостаточно. Это в то время, когда в районе Мурзино в транспортной доступности существует столько интересных для студентов геологических объектов.

3. Производственная практика также претерпела современные изменения. Раньше каждый уезжающий на практику студент получал детальные брошюры инструкции-указания на 18–20 с. (Производственная практика..., 1989), в которых сообщалось студентам, что он должен сделать на практике, что привезти с нее, какие требования оформления текста и графики полевого отчета. ArtSnopkov\_Baikal

б. Видоизменилась полевая практика у заочников. Я понимаю раньше у нас были

студенты-заочники, как правило хорошие полевики, но современные то студенты-заочники этим похвастаться не могут. А я всегда любил проводить практики у заочников — это весьма благодарная аудитория, они всегда, по сравнению с очниками, серьезно и вдумчиво подходят к ней, постоянно требуют подробнее им раскрыть и показать то или иное геологическое явление в поле.

### **Перспективный план**

В перспективном отношении хотелось бы так организовывать полевые практики, чтобы студенты последовательно учились полевой геологической науке, начиная с экскурсий первого курса и заканчивая преддипломной практикой согласно высказыванию:

«Расскажите мне — и я забуду,  
научите меня — и я запомню,  
вовлеките меня — и я научусь»

(Бенджамин Франклин).

На первом курсе собрать материал о стратиграфии района практики, ознакомиться с горными породами, изготовить каждому студенту по 2-3 шлифа, которые потом дополнительно изучить на занятиях 2-го курса на петрографии и применить эти знания по стратиграфии и петрографии на производственной практике и на практике по геологическому картированию.

### **Литература**

Белоголов А.А., Дреганова В.И., Лузин В.Ф., Сизых А.И. Учебные геологические экскурсии в окрестностях Иркутска и Байкала. Иркутск: РИО ИГУ, 1998. 55 с.

Гранина А.Н., Одинцов М.М. Геологическая экскурсия по р. Ангаре. Иркутск: Вост.-Сиб. геол. управление, 1947. 37 с.

Грудинин М.И., Хрусталева А.В. Первая учебная геологическая практика: учеб. пособие. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2001. 51 с.

Карпышев В.С., Лузин В.Ф. Учебная геологическая практика геологов-нефтяников в

Восточной Сибири. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1985. 184 с.

Коваленко С.Н. Учебная полевая практика по геологической съемке на Байкале: учеб. пособие. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2016. 183 с.

Коваленко С.Н. Полевая учебная практика по геологии и физической географии в окрестностях г. Мунку-Сардык (Восточный Саян) / С.Н. Коваленко, А.Д. Китов, Е.Н. Иванов // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 2. С. 158–173. DOI 10.26516/2541-9641.2022.2.158.

Коваленко С.Н. Учебная полевая практика по геокартированию на геологическом факультете Иркутского университета / С.Н. Коваленко, И.К. Декабрев, А.А. Юрьев, И.А. Богданова // Геология и окружающая среда. 2023. Т. 3, № 2. С. 132–164. DOI 10.26516/2541-9641.2023.2.132.

Коваленко С.Н. Геолого-геоморфологическая основа полевой учебной практики по геокартированию на Хамар-Дабане / С.Н. Коваленко, Н.Д. Найданов, А.М. Бондаренко, С.Д. Тугарёв, Е.А. Трубачева, Г.М. Орлов, И.А. Богданова // Геология и окружающая среда. 2024. Т. 4, № 3. С. 152–189. DOI 10.26516/2541-9641.2024.3.152

Логачев Н.А. Геологические экскурсии в окрестности Иркутска и соседние районы. Иркутск: Иркут. кн. изд-во, 1958. 91 с.

Ломтадзе В.Д. Геологические экскурсии в окрестности Иркутска: справочник. Иркутск: Иркут. обл. изд-во, 1938. 72 с. <https://elibrigo.ru/handle/123456789/231118>

Лузин В.Ф., Коновалова Н.Г. Специализированная нефтегеологическая практика: учеб. пособие. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2008. 243 с.

Проблемы оценки и прогноза устойчивости геологической среды г. Иркутска: сб. тр. первой научно-практической конференции. Иркутск, 1997.

Производственная практика по геологической съемке: метод. указания / сост. В.А. Наумов. Иркутск: Изд. ИГУ, 1989. 21 с.

Путеводитель геологических экскурсий в окрестностях г. Иркутска: метод. рекомендации / сост. С.Н. Коваленко, А.Т. Корольков. Иркутск: Иркут. пед. ун-т, 1997. 20 с.



Тетьяев М.М. Бассейн р. Иркут и Китоа. Извгеолкома. 1924. Т. 43, № 3.

Тетьяев М.М. К геологии Западного Прибайкалья: предварительный отчет о работах 1915 г. Геологический комитет (Геолком). Петроград: Издание геологического комитета, 1916. 56 с. (Материалы по общей и прикладной геологии; Вып. 2). <http://opac.lib.tpu.ru/document/1/RU%5CTPU%5Cbook%5C252210>

Тетьяев М.М. Южная окраина Иркутского угленосного бассейна. 1930. Отдел фондов Г.Р.Т.

Уфимцев Г.Ф. Геоморфологические экскурсии в Прибайкалье. Западный берег Байкала: метод. указания. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1992. 63 с.

Уфимцев Г.Ф. Геоморфологическая практика в Прибайкалье: учеб. пособие. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1995. 147 с.

Учебно-исследовательская практика по физической географии на Байкале: учеб. пособие. Иркутск: Иркут. гос. пед. ун-т, 2011. 220 с.

Шамес П.И. Методика проведения геологосъемочных работ: учеб. пособие. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1999. 72 с.

## References

Belogolov A.A., Dreganova V.I., Luzin V.F., Szykh A.I. Educational geological excursions in the vicinity of Irkutsk and Baikal. Irkutsk: RIO ISU, 1998. 55 p.

Granina A.N., Odintsov M.M. Geological excursion along the Angara River. Irkutsk: Vost.-Sib. geol. management, 1947. 37 p.

Grudin M.I., Khrustaleva A.V. The first educational geological practice: textbook. Irkutsk: Irkutsk State University, 2001. 51 p.

Industrial practice on geological surveying: methodical instructions / compiled by V.A. Naumov. Irkutsk: Irkutsk State University, 1989. 21 p.

Guide of geological excursions in the vicinity of Irkutsk: methodical recommendations / compiled by S.N. Kovalenko. A.T. Korolkov. Irkutsk: Irkutsk State Ped. university. 20 p.

Karpyshev V.S., Luzin V.F. Educational geological practice of oil geologists in Eastern Siberia. Irkutsk: Irkutsk State University, 1985. 184 p.

Kovalenko S.N. Training on geological surveying in Baikal: textbook. Irkutsk: Irkutsk State University, 2016. 183 p.

Kovalenko S.N. Field training in geology and physical geography in the vicinity of Munku-Sardyk (Eastern Sayan) / S.N. Kovalenko, A.D. Kitov, E.N. Ivanov // *Geology and Environment*. 2022. Vol. 2, No. 2. P. 158–173. DOI 10.26516/2541-9641.2022.2.158.

Kovalenko S.N. Field Training on geomapping at the geological faculty of Irkutsk University / S.N. Kovalenko, I.K. Dekabrev, A.A. Yuryev, I.A. Bogdanova // *Geology and Environment*. 2023. Vol. 3, No. 2. P. 132–164. DOI 10.26516/2541-9641.2023.2.132.

Kovalenko S.N. Geological and geomorphologic basis of field training on geomapping on Khamar-Daban / S.N. Kovalenko, N.D. Naidanov, A.M. Bondarenko, S.D. Tugarev, E.A. Trubacheva, G.M. Orlov, I.A. Bogdanova DOI 10.26516/2541-9641.2024.3.152 // *Geology and Environment*. 2024. Vol. 4, No. 3. P. 152–189.

Logachev N.A. Geological excursions in the vicinity of Irkutsk and neighboring areas. Irkutsk: Irkutsk book publishing house, 1958. 91 с.

Lomtadze V.D. Geological excursions in the vicinity of Irkutsk: guidebook. Irkutsk: Irkutsk Regional Publishing House, 1938. 72 p. <https://elibr.rgo.ru/handle/123456789/231118>

Luzin V.F., Konovalova N.G. Specialized oil-geological practice: textbook. Irkutsk: Irkutsk State University, 2008. 243 p.

Problems of assessment and forecast of stability of the geological environment of Irkutsk: Proceedings of the first scientific-practical conference. Irkutsk, 1997.

Tetyaev M.M. Basin of the Irkut and Kitoy Rivers. Izvgeolkom. 1924. Vol. 43, No. 3.

Tetyaev M.M. To the geology of the Western Pribaikalye: preliminary report on the works of 1915. Geological Committee (Geolkom). Petrograd: Publication of the Geological Committee, 1916. 56 p. (Materials on general and applied geology; Vol. 2). <http://opac.lib.tpu.ru/document/1/RU%5CTPU%5Cbook%5C252210>

Tetyaev M.M. Southern margin of the Irkutsk coal-bearing basin. 1930. G.R.T. Funds Department.

Training and research practice in physical geography at Baikal: textbook. Irkutsk: Irkutsk State Ped. university, 2011. 220 p.

Shames P.I. Methods of geologic surveying works: textbook. Irkutsk: Irkutsk State University, 1999. 72 p.

Ufimtsev G.F. Geomorphologic excursions in Pribaikalye. Western shore of Baikal: methodical instructions. Irkutsk: Irkutsk State University, 1992. 63 p.

Ufimtsev G.F. Geomorphologic practice in the Baikal region: textbook. Irkutsk: Irkutsk State University, 1995. 147 p.

***Коваленко Сергей Николаевич,***

*кандидат геолого-минералогических наук,*

*664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,*

*Иркутский государственный университет, геологический факультет,*

*доцент кафедры динамической геологии,*

*тел.: (3952)20-16-39,*

*email: igpug@mail.ru.*

***Kovalenko Sergey Nikolaevich,***

*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,*

*664025, Irkutsk, Lenin st., 3,*

*Irkutsk State University, Faculty of Geology,*

*Associate Professor of the Department of Dynamic Geology,*

*tel.: (3952)20-16-39,*

*email: igpug@mail.ru.*

## Научная, профессиональная, учебная и педагогическая практика

УДК 553.982: 546.027

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2024.4.165>

### Рb-изотопная систематика битумов, керогенов и нефтей: от изохронных и дискретных источников до протяженных трендов глобальных компонентов

С.В. Рассказов<sup>1,2</sup>, Т.А. Ясныгина<sup>1</sup>, И.С. Чувашова<sup>1</sup>,  
К.В. Колотилина<sup>2</sup>, А.А. Куроленко<sup>2</sup>, Т.В. Носкова<sup>2</sup>,  
В.О. Тукалова<sup>2</sup>, А.П. Опенышев<sup>2</sup>, С.М. Хромова<sup>2</sup>, Д.И. Парфенов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

**Аннотация.** Приводится обзор Рb-изотопных данных по битумам, керогенам и нефтям. На диаграммах изотопов Рb различаются изохронные семейства, дискретные кластеры и непрерывные протяженные тренды фигуративных точек. Приводятся аргументы, свидетельствующие в пользу изотопной гомогенизации Рb с выходом на изохронные Рb-Рb датировки в гидротермальных условиях при отделении свинца от урана в рудные минералы одновременно с обогащением ураном битумов. По семействам фигуративных точек нефтей и керогена на диаграммах изотопов Рb выявляется дискретность компонентов источников, не претерпевших общую изотопную гомогенизацию Рb в условиях катагенеза. Определяются непрерывные протяженные тренды изотопов Рb, которые интерпретируются в терминах глобальной эволюции мантии и коры Земли. Для нефтей Европы и сопредельных морских акваторий определяется смешение Рb-изотопных компонентов. На примере углеводородов Северного моря устанавливается протяженный тренд смешения изотопов Рb докембрийских пород фундамента и юрских черных сланцев, которые дают общий европейский компонент нефтей (СЕОС) с высоким  $\mu$  ( $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ ) – NIMU и существенно отличающийся от общего мантийного резервуара (CMR) внутриплитных вулканических пород Европы с сопредельной Африкой и Аравией. В отличие от такого соотношения компонентов, протяженные тренды нефтей поля Ляохе Северо-Востока Китая сопоставляются с трендами компонентов ELMU и LOMU кайнозойских вулканических пород Азии. Предполагается образование битумов, керогенов и нефтей этого поля под воздействием глубинных мантийных флюидных потоков. Обзор выполнен в рамках интерактивной подготовки статьи с магистрантами геологического факультета ИГУ.

**Ключевые слова:** битум, кероген, нефть,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$

### Pb-isotope Systematics of Bitumens, Kerogens, and Oils: from Isochronous and Discrete Sources to Extended Trends of Global Components

S.V. Rasskazov<sup>1,2</sup>, T.A. Yasnygina<sup>1</sup>, I.S. Chuvashova<sup>1</sup>, K.V. Kolotilina<sup>2</sup>, A.A. Kurolenko<sup>2</sup>, T.V. Noskova<sup>2</sup>, V.O. Tkalova<sup>2</sup>, A.P. Openyshev<sup>2</sup>, S.M. Khromova<sup>2</sup>, D.I. Parfenov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

**Abstract.** The paper presents a review of Pb isotope data on bitumens, kerogens, and oils. The diagrams of Pb isotopes distinguish isochron families, discrete clusters, and continuous extended trends of

data points. Arguments are given in favor of Pb isotopic homogenization with the output of isochron Pb–Pb dating under hydrothermal conditions during lead separation from uranium into ore minerals simultaneously with the enrichment of bitumen with uranium. From families of data points of oils and kerogen, the Pb isotope diagrams reveal discreteness of source components that have not undergone general Pb isotopic homogenization under catagenesis conditions. Continuous, extended trends in Pb isotopes are identified and interpreted in terms of the global evolution of the Earth's mantle and crust. For oils from Europe and adjacent marine areas, Pb-isotope mixture of components is determined. In North Sea, mixing between Precambrian basement rocks and Jurassic black shales is traced that demonstrates a common European oil component (CEOC) that has a high  $\mu$  ( $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ ) – HIMU and significantly different from the common mantle reservoir (CMR) of intraplate volcanic rocks from Europe with adjacent Africa and Arabia. In contrast to this relationship between components, extended trends of oils from the Liaohe field of Northeast China are similar to those of the ELMU and LOMU mantle components of the Cenozoic volcanic rocks from Asia. It is suggested that bitumen, kerogens, and oils of this field are generated by deep mantle fluid flows. The review was done in frame of the interactive preparation of a paper with master's students of the Geological Faculty of Irkutsk State University.

**Keywords:** bitumen, kerogen, oil,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ .

### Вступление

Углеводороды распространены в Солнечной системе. Они присутствуют во флюидах мантии Земли (Зубков, 2009). По данным радарной съемки с орбиты и межпланетной миссии "Кассини-Гюйгенс" на Титане (спутнике Сатурна) обнаружено значительно больше углеводородов, чем на планете Земля, на которой с углеводородами связана эволюция живой материи (Ксанфомалити, 2005). Нефти образуются в результате преобразования углеводородов, присутствующих в материнских породах и, предположительно, мигрирующих на значительные расстояния с концентрированием в коллекторах.

Для определения генезиса нефтей часто применяются методы органической геохимии и стабильных изотопов C, S и O, в то время как по неорганическим компонентам нефтей работы крайне ограничены. В аналитических данных о концентрациях металлов в нефтях имеются существенные расхождения при слабой воспроизводимости результатов разными методами анализа (Ventura et al., 2015). Большие диапазоны содержаний металлов в нефтях могут быть следствием преимущественного растворения металлов в воде и несмесимости воды и углеводородов при низкой температуре (Maczuyński et al., 2004).

В учебниках и монографиях по применению радиогенных изотопов в геологии (Фоп, 1989; Geyh, Schleicher, 1990; Dickin,

2005; Allègre, 2008; White, 2015) отсутствуют специальные разделы по использованию радиогенных изотопов в исследованиях нефтей. Нет такого раздела и в учебном пособии по радиоизотопным методам хронологии геологических процессов (Рассказов, Чувашова, 2012). Это – прямое следствие неопределенностей, существующих в интерпретации геологических процессов, обуславливающих распределение изотопов в нефтях.

Для датирования геологических процессов по радиогенным изотомам обычно требуется определение концентраций элементов. Например, для того чтобы рассчитать возраст с использованием изотопных отношений  $^{187}\text{Rb}/^{188}\text{Os}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  и  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  требуется знать, соответственно, концентрации Os, Sr и Nd. Поскольку поведение элементов в нефтях непредсказуемо, корректность результатов для этих изотопных систем сомнительна. Так, для нефтей Западно-Канадского осадочного бассейна приведены кажущиеся Re–Os изохроны, соответствующие возрастному интервалу 111–121 млн лет (Selby et al., 2005). Этот пример вошел в учебник (White, 2015), но возрастная интерпретация Re–Os изотопных данных пока не подтверждена другими методами датирования. Скептическое отношение к изохронам Re–Os изотопной системы возрастает в связи с экспериментально выявленными изменениями компонентов при



смешении нефтей и воды (Mahdaoui et al., 2015; DiMarzio et al., 2018; Hurtig et al., 2019).

С учетом существующих ограничений в информативности изотопов и элементов нефтей, настоящая работа концентрируется на обзоре Pb-изотопных данных, которые имеют важное преимущество в получении однозначных геохронометрических выводов и поэтому дают надежную систематику углеводородов с выходом на генетические построения. Цель статьи – обозначить возможности применения изотопов Pb для систематики битумов, керогенов и нефтей.

### **Общие замечания о подходах к интерпретации изотопов Pb**

Основное предназначение изотопов в геологии – получение информации о возрасте геологических процессов. Изотопные отношения  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  отражают радиоактивный распад урана. Изотопное отношение  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}=137.88$  в природе практически постоянно. При расчете возраста в U–Pb изотопной системе по уравнениям радиоактивного распада из отношений  $^{235}\text{U}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$  изотопы урана исключаются путем алгебраических преобразований и остаются только изотопные отношения свинца (Doe, 1970; Фор, 1989). Для расчета возраста геологических процессов без определения концентраций U и Pb применяется диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ . Благодаря этому преимуществу ураногенных изотопных отношений свинца датируются осадочные, магматические и метаморфические процессы Земли.

Изотопы свинца керогенов, битумов и сырых нефтей месторождений предоставляют собой чувствительную к возрасту генетическую информацию, играющую ключевую роль для решения вопросов, связанных с их образованием. Кероген – органическое вещество, служащее в качестве исходного материала для образования нефти, – может изначально иметь различное происхождение и изотопный состав Pb. Для керогена осадочных отложений в континентальном бассейне можно

ожидать широкий диапазон изотопов Pb за счет неоднородности накапливающегося материала. С погружением ложа бассейна на стадии катагенеза органическое вещество осадка преобразуется в битум, нефть или газ. Битум может образоваться в результате гидротермальной деятельности. В зависимости от U–Pb отношений, в битумах, керогенах и нефтях накапливаются радиогенные изотопы Pb.

При изохронном датировании геологических процессов обычно возникает главный вопрос – выражается ли датируемый процесс гомогенизацией изотопной системы настолько, чтобы новообразованные продукты этого процесса приобрели однородный изотопный состав, который должен служить для последующей изохронной (замкнутой) эволюции изотопной системы. В случае, если кероген разных образцов имеет одинаковый начальный изотопный состав Pb, на диаграмме изотопных отношений  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  фигуративные точки образцов битумов и/или нефтей выстраиваются в линию, которая характеризуется как изохрона. Линейность точек может быть нарушена наложенными процессами. Материал из разных источников может смешиваться. Для материала керогенов необходимо дополнительное тестирование изохронности точек U/Pb-изотопной системы.

С одной стороны, залежи углеводородов могут находиться в осадочных толщах карбонатов, которые датируются с использованием U–Pb-изотопной системы. Процедура выбора образцов для датирования предполагает использование геохимических параметров, по которым определяются компоненты карбонатов, образовавшихся в виде первичного хемогенного и/или органического осадка из воды континентального или морского водоема в ограниченном временном интервале. Образцы для изотопного анализа отбираются из наименее метаморфизованных разновидностей пород, без кальцитовых прожилков и признаков ожелезнения и выветривания. Определяются содержание Ca, Mg, Mn, Fe и Sr в карбонатной фракции и

изотопный состав Sr и C. С другой стороны, вмещающие породы залежей углеводородов могут иметь силикатный состав (песчаники или даже трещиноватые граниты, как, например, в месторождении Белый Тигр во Вьетнаме). В U–Pb-изотопной системе можно ожидать соответствия возраста керогена и нефти возрасту карбонатов и существенного расхождения датировок керогена и нефти с оценками возраста силикатных пород, поскольку эти вмещающие породы будут содержать Pb-изотопный компонент источника обломочного материала или трещиноватых гранитов.

Если линейное распределение фигуративных точек нефтей на диаграммах  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  интерпретируется как результат смешения материала из разновозрастных источников, непосредственная возрастная информация из семейств точек не получается, но извлекается информация о компонентах, участвующих в смешении. Возможны различные варианты соотношений смешивающихся компонентов. Компоненты могут различаться, если разновозрастные нефти в источниках имеют различные значения  $\mu$  (т.е. отношения  $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ ). Компонент смеси с более радиогенным составом Pb может иметь более молодой возраст, чем ее компонент с менее радиогенным составом Pb. Наконец, отношение  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  компонента на радиогенном конце тренда может возрастать, что свидетельствует об его относительном удревнении. Иными словами, чем круче линия, аппроксимирующая точки трендов компонентов, тем древнее возраст компонента на радиогенном конце тренда.

Протяженные тренды нефтей, по аналогии с трендами вулканических пород океанов и континентов, могут рассматриваться в терминах глобальных конечных компонентов Земли, обозначенных для источников вулканических пород океанов с разным  $\mu$ : HIMU (high  $\mu$ , высокое  $\mu$ ), ELMU (elevated  $\mu$ , повышенное  $\mu$ ) и LOMU (low  $\mu$ , низкое  $\mu$ ). Конечный компонент HIMU выделен в океанических базальтах как состав с высоким отношением

$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (21–22) (Zindler, Hart, 1986). Образование этого компонента связывалось с процессами секвестирования Pb с сульфидами из мантии в ядро Земли около 2 млрд лет назад (Hart, Gaetani, 2006). Этот компонент может служить показателем глубинного поступления плюмового материала, пространственно связанного с Южно-Тихоокеанской и Африканской глобальными аномалиями низких скоростей нижней мантии (на границе ядро–мантия) (Jackson et al., 2018). Первая из них получила название SOPITA (South Pacific Thermal Isotopic Anomaly) (Staudigel et al., 1991), вторая, по аналогии с первой, – название AFITA (African Thermal Isotopic Anomaly) (Чувашова и др., 2022). Африканская аномалия протягивается с юга Африки до Европы. В Европе с сопредельной Африкой и Аравией компонент HIMU имеет Pb-изотопные отношения компонента Общего Мантийного Резервуара (CMR):  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.95\text{--}19.85$ ;  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.55\text{--}15.65$ ;  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.80\text{--}39.60$ ;  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0.78\text{--}0.84$ ;  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 1.99\text{--}2.05$  (Lustrino, Wilson, 2007). Для вулканических пород позднего фанерозоя Азии компонент HIMU не характерен. По Pb-изотопным трендам вулканических пород территорий Азии различались компоненты ELMU и LOMU, происхождение которых связывается с глобальной аномалией высоких скоростей нижней мантии ASITA (Rasskazov et al., 2020; Чувашова и др., 2022).

Обозначался также состав Валовой Силикатной Земли (Bulk Silicate Earth) с низким отношением  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (17.6–18.2) при повышенном отношении  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (15.55–15.70) (Zindler, Hart, 1986). Особый состав изотопов Pb определялся для примитивной мантии Северного Китая:  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17.37$ ;  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.34$  (Zhu et al., 2001).

### **Совершенствование методик определения изотопов Pb**

Основные трудности при анализе нефтей и битумов как на микроэлементы,

так и на радиогенные изотопы связаны со сравнительно низкими содержаниями металлов в большинстве типов нефтей, недостатком и дороговизной стандартных образцов, особенностями, а иногда и уникальностью, общего состава (матрицы) анализируемого материала.

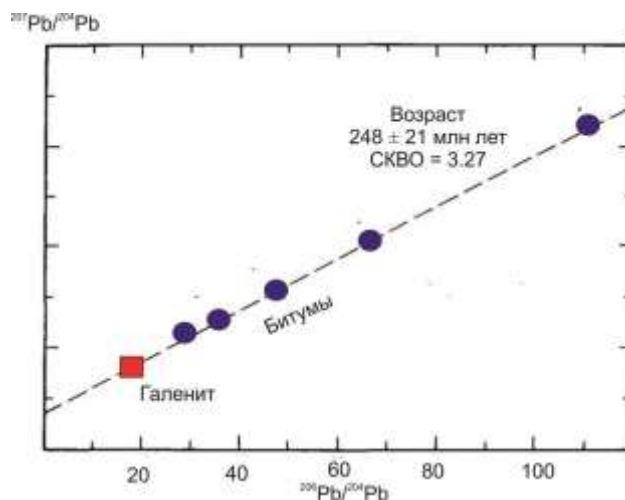
В 1990–2000-х гг. для определения изотопного состава Pb в нефтях использовались, в основном, мультиколлекторные масс-спектрометры с термальной ионизацией (Готтих и др., 2000; 2005; Zhu et al., 2001; Hurst, 2002; Selby et al., 2007). В настоящее время изотопный состав Pb определяется на мультиколлекторных спектрометрах с индуктивно связанной плазмой (МС-ICP-MS), имеющих лучшее разрешение, чем сканирующие. Инструментальная погрешность измерений снизилась на 1–2 порядка (Dreyfus et al., 2007; Ortega et al., 2012; Fetter et al., 2019).

#### **$^{207}\text{Pb}$ – $^{206}\text{Pb}$ изохроны битумов**

Pb–Pb отношения измерялись в битумах для определения времени миграции углеводородов в залежь медной руды (Parnell, Swainbank, 1990). Использовалось пять образцов битумов из месторождения Тай Гвин (Северный Уэльс,

Великобритания). Полученная датировка  $248 \pm 21$  млн лет обозначила время ранне-триасового осаднения урана, совпавшего с затвердеванием битума. Предполагалось, что в раннем триасе углеводороды мигрировали вверх из глубоко залегающих сланцев каменноугольного периода в прибрежной зоне Ирландского моря. По истории осадконакопления в 5 км севернее месторождения Тай Гвин, в газовом месторождении Моркамб, реконструировано начало генерации углеводородов в поздне-триасовое-раннеюрское время, что согласуется с датировкой, полученной для образцов битума.

Отношение  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  в образцах битумов из месторождения Тай Гвин менялось в широком диапазоне – от 31 до 112. Такой интервал отношений отражает обогащение битумов ураном. Кроме Pb–Pb отношений битумов, получено отношение  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  для галенита (около 20). Оно находится в диапазоне значений  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  мантийных вулканических пород. Попадание фигуративной точки на изохронную линию точек битумов свидетельствует о когенетичности галенита и битумов. Галенит сохранил начальный изотопный состав Pb, отторженного во время Pb-изотопной гомогенизации битумов, сопровождавшейся обогащением ураном.



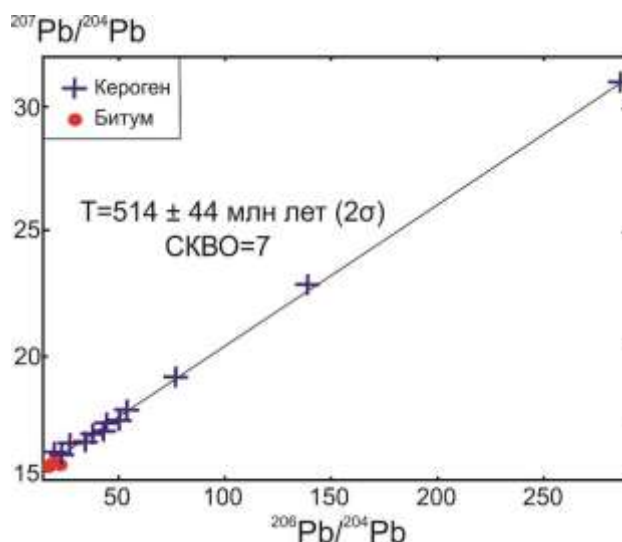
**Рис. 1.** Диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  для пяти образцов битума из месторождения Тай Гвин (TG) и галенита из Халкына (Parnell, Swainbank, 1990). Возраст определен по наклону линии наименьших квадратов для образцов битума. Хорошее соответствие данных прямой линии (малое среднеквадратичное взвешенное отклонение (СКВО) = 3.27) свидетельствует о надежности датировки.

**Fig. 1.** Diagram  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  vs  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  isotope ratios for five bitumen samples from Ty Gwyn (TG) and galena from Halkyn (Parnell, Swainbank, 1990). The age determined from slope of line of least squares fit from bitumen samples. The good fit of the data to a straight

line (low mean square weighted deviation (MSWD) = 3.27) suggests that the dating is reliable.

На диаграмме  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  для керогена из кембрийских отложений Гуйчжоу (Юго-Восточный Китай) получена Pb эррохрона  $514 \pm 44$  млн лет (Zhu et al., 2001). Так же как для битумов месторождения Тай Гвин, образцы керогена

Гуйчжоу дают большой диапазон изотопных отношений Pb. Несмотря на некоторую дисперсию точек (СКВО = 7), достигнуто соответствие полученной датировки с геологическим (кембрийским) определением возраста керогенов и битумов.



**Рис. 2.** Диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  для керогена из кембрийских отложений и битумов нефтяного поля, район Гуйджоу, Китай (Zhu et al., 2001).

**Fig. 2.** Diagram  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  vs  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  for kerogen from Cambrian sediments and bitumen of oil field, Guizhou area, China (Zhu et al., 2001).

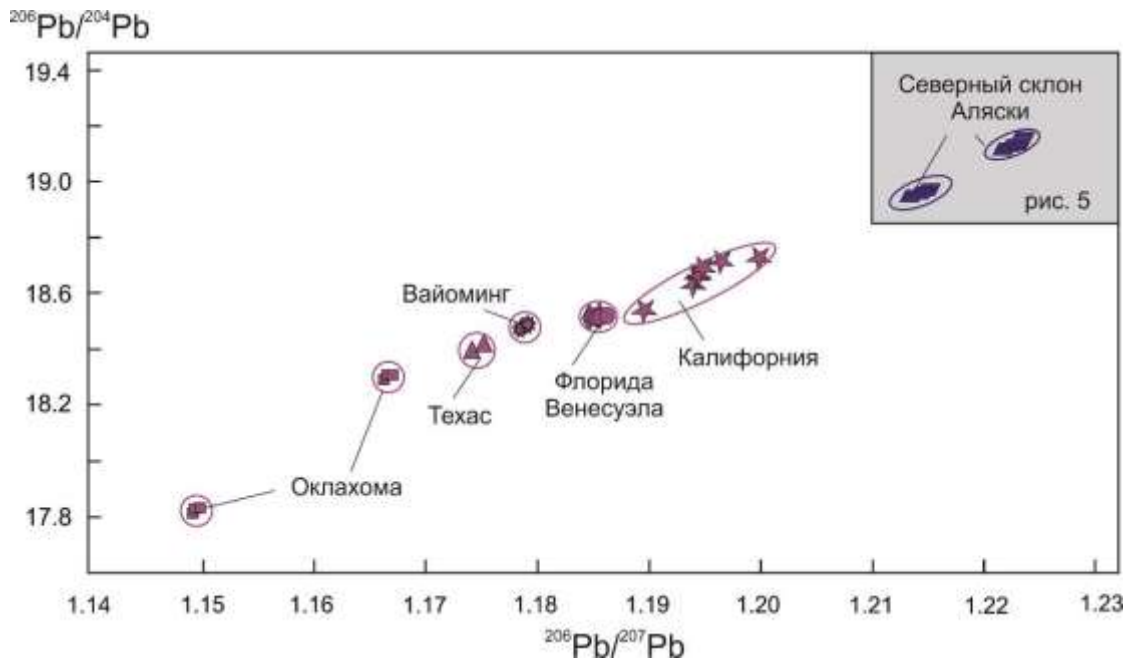
### **Дискретные Pb-изотопные составы нефтей и битумов**

Изотопные отношения  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  в сырых нефтях и битумах в общем систематически возрастают с уменьшением геологического возраста в соответствии с моделью роста свинца в земной коре. Эволюция изотопов свинца в сырых нефтях и битумах следует той же систематике, что и его эволюция в породах земной коры. Радиогенный свинец накапливается посредством распада радиоактивного урана с возрастанием Pb-изотопных отношений.

На рис. 3 приведена подборка дискретных групп точек нефтей Северной и Южной

Америки (Hurst, 2002). В дискретной изотопной систематике Pb представляет интерес сравнительный анализ изотопных отношений Pb в керогене и нефтях. В работе Р. Хюрста представлены результаты изотопного анализа Pb 27 образцов сырых нефтей и 12 образцов керогена. Им подчеркивается специфика отбора образцов; в исследование не вовлекались образцы из областей со сложной геологической историей (например, из областей метаморфизма и деградации нефтей). Для аргументации тесной генетической связи керогена и сырой нефти привлечены данные органической геохимии, сходство которых служило показателем того, что сырая нефть является производной керогена.





**Рис. 3.** Диаграмма  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  дискретного распределения фигуративных точек для сырых нефтей Северной и Южной Америки. Построена на основе диаграмм из работы (Hurst, 2002) с изменениями. В правом верхнем углу затушеван прямоугольник кластеров нефтей Северного склона Аляски.

**Fig. 3.** Diagram  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  vs  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  of discrete distribution of data points for crude oils of North and South America. Compiled on the basis of diagrams from (Hurst, 2002) with modifications. In the upper right corner, the rectangle of Alaska North Slope oil clusters is shaded.

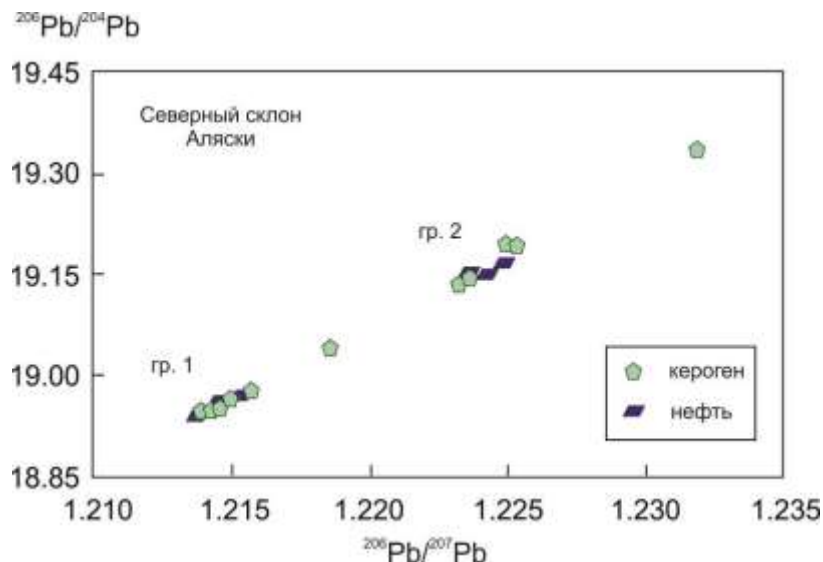


**Рис. 4.** Террейн Северного склона Аляски (Thomas et al., 2009). На карте показан регион Арктической Аляски к северу от хребта Брукса, простирающийся от канадской границы на востоке до Чукотского моря на западе. Этот регион включает в себя Национальный заповедник дикой природы Аляски (ANWR), Центральную Арктику (территория между реками Колвилл и Каннинг), Национальный нефтяной резерв Аляски (NPR), Внешний континентальный шельф моря Бофорта (OCS) и Чукотское море (OCS). Нефтяные месторождения показаны светло-зеленым цветом, а газовые – розовым.

**Fig. 4.** Террейн Северного склона Аляски (Thomas et al., 2009). На карте показан регион Арктической Аляски к северу от хребта Брукса, простирающийся от канадской границы на востоке до Чукотского моря на западе. Этот регион включает в себя Национальный заповедник дикой природы Аляски (ANWR), Центральную Арктику

(территория между реками Колвилл и Каннинг), Национальный нефтяной резерв Аляски (NPRА), Внешний континентальный шельф моря Бофорта (ОС) и Чукотское море (ОС). Нефтяные месторождения показаны светло-зеленым цветом, а газовые – розовым.

В месторождениях бассейнов Северного склона Аляски определены общие интервалы изотопных отношений Pb керогена и нефтей (рис. 4, 5). Углеводородное сырье этой территории представляет значительный экономический интерес. Добыча нефти и сжиженного природного газа началась здесь в 1977 году и увеличилась до 2.2 млн баррелей в день к 1988 году, что составляло 25 % от внутреннего производства США (Thomas et al., 2009).



**Рис. 5.** Диаграмма изотопов свинца для керогена и сырой нефти Северного склона Аляски с дискретными группами фигуративных точек. По работе (Hurst, 2002) с упрощениями. Автором предполагалось, что изотопные отношения свинца соответствуют меловому возрасту нефтематеринских осадочных толщ – промежуточному между раннеюрской и среднеэоценовой эпохами рудообразования, определенными для рудного Pb территории (Alldrick et al, 1993). Однако, точки свинца для керогена и сырой нефти месторождений Северного склона Аляски сдвинуты относительно серии дискретных точек сырых нефтей Северной и Южной Америки в правую часть диаграммы рис. 3.

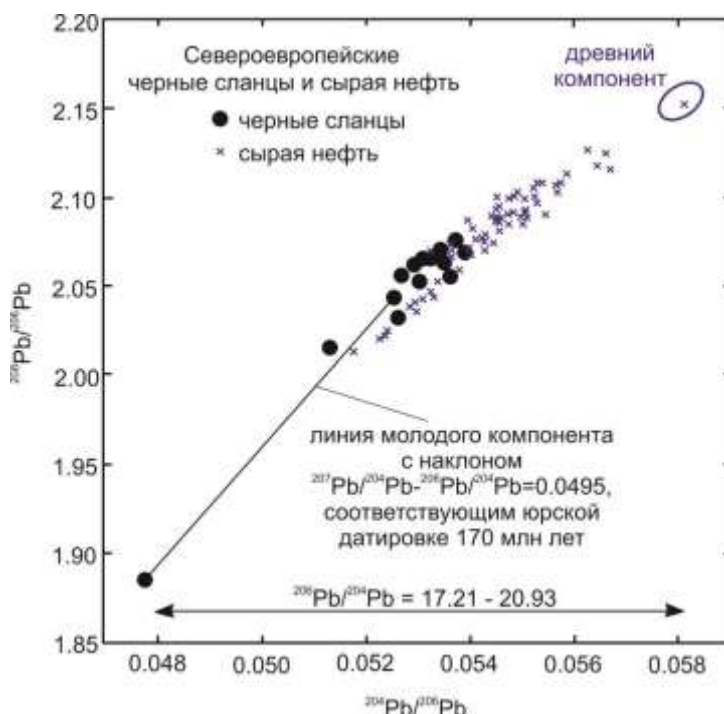
**Fig. 5.** Lead isotope diagram for kerogen and crude oil from the Alaska North Slope with discrete groups of data points. Simplified after (Hurst, 2002). The author assumed that the lead isotope ratios correspond to the Cretaceous age of the oil source sedimentary strata – intermediate between the Early Jurassic and Middle Eocene ore formation epochs determined for the Pb ore territory (Alldrick et al, 1993). However, the lead points for kerogen and crude oils from the Alaska North Slope basin fields are shifted relative to the series of discrete points for crude oils from North and South America to the right part of the diagram of Fig. 3.

### ***Pb-изотопные тренды и компоненты битумов, керогенов и нефтей***

*Европа и сопредельные акватории Северного и Баренцева морей*

На диаграмме рис. 6 приведены данные по черным сланцам и нефтям Северной Европы. Абсцисса ( $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) обозначает модельный  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  возраст, в то время как

пересечение аппроксимирующей прямой с ординатой ( $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) дает оценку значения отношения Th/U. Изотопы Pb большинства черных сланцев лежат на продолжении тренда сырой нефти, на его радиогенном (молодом) конце. Материнские породы для сырой нефти имеют юрский возраст. Pb нефтей имеет менее радиогенный (древний) компонент, привнесенный подземными водами из докембрийских пород фундамента.

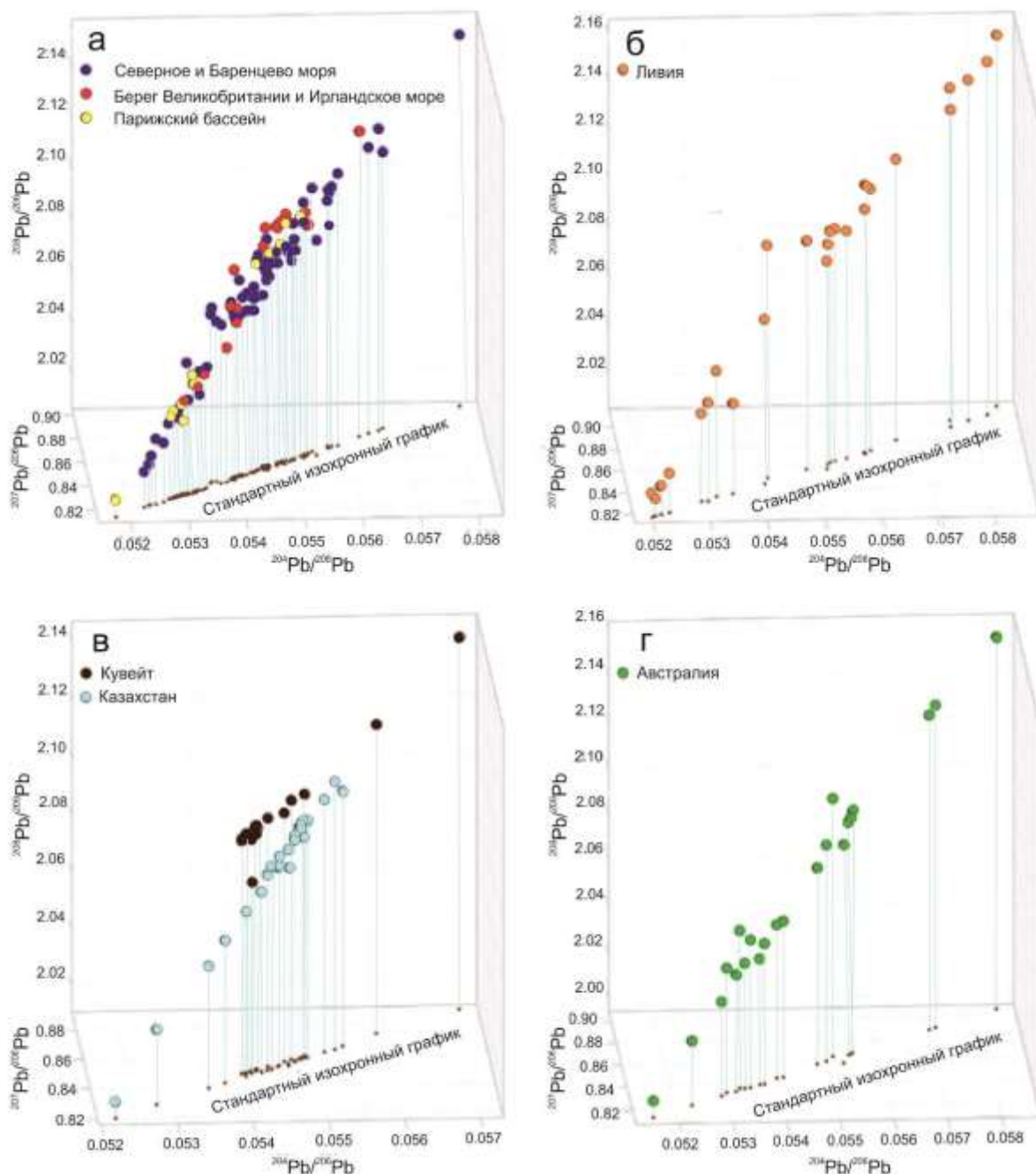


**Рис. 6.** Диаграмма  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  –  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  для черных сланцев Северной Европы и сырой нефти Северного моря (Fetter et al., 2019).

**Fig. 6.** Diagram  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  vs  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  for Northern European black shales and North Sea crude oils. Modified after (Fetter et al., 2019).

Н. Феттер и др. пришли к выводу о том, что протяженный тренд изотопов Pb (рис. 7а) нефтей Северного моря в основном образовался за счет материала юрских черных сланцев. Однако изотопы Pb этих нефтей явились результатом смешения конечных компонентов от кайнозойских до протерозойских и, таким образом, свинец в сырой нефти по большей части оказался чуждым его нефтематеринским породам. Такие же тренды наблюдались авторами в сырых нефтях

Парижского бассейна, Баренцева моря, Ливии, Кувейта, Казахстана и Австралии (рис. 7б–г). Интересно, что фигуративные точки нефтей Северного моря и Австралии на тройной диаграмме Pb–U–Th распределяются вдоль земных значений отношения  $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U} = 3.876$ , а фигуративные точки керогенов отклоняются к земным значениям отношения  $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb} = 8$  (рис. 8). В нефтях других регионов Мира подобных закономерностей не наблюдается.

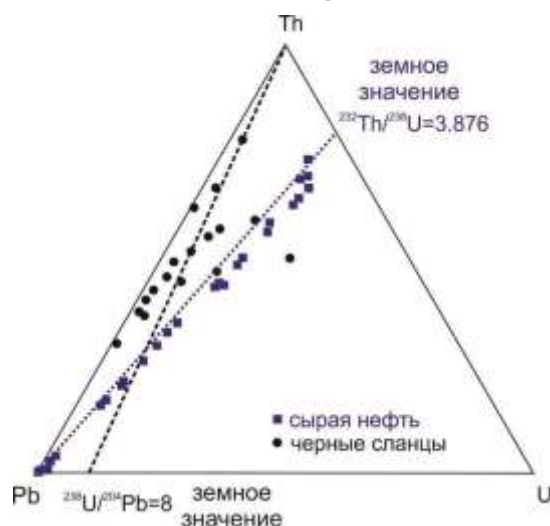


**Рис. 7.** Изотопный состав Pb 192 образцов нефти из месторождений Северной Европы (панель а), Ливии (панель б), Среднего Востока (панель в) и Австралии (панель г) (Fetter et al., 2019). Ось абсцисс ( $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) гомологична модельному возрасту, рассчитанному по отношениям  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (Albarède et al., 2012). Проекция на нижнюю панель представляет собой изохронный график  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ – $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , а проекция на заднюю панель представляет собой диаграмму  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ – $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Этот трехмерный график показывает, что изотопный состав Pb источника нефти определяется смесью по крайней мере трех конечных компонентов, имеющих разный возраст, а также значения отношений U/Pb и Th/U.

**Fig. 7.** Three-dimensional representation of Pb isotope compositions for 192 crude oil samples from Northern Europe (top left-hand panel A), Libya (top right-hand panel B), the Middle East (bottom left-hand panel C), and Australia (bottom right-hand panel D) (Fetter et al., 2019). The x-axis ( $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) is homologous to the model age calculated from the  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  and  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ratios (Albarède et al., 2012). The projection onto the bottom panel represents the  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ – $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  isochron plot, while the projection onto the back panel represents  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ – $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ .



$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . This 3-dimensional plot shows that Pb from the oil source is accounted for by a mixture of at least three end-members with different ages, U/Pb, and Th/U values.



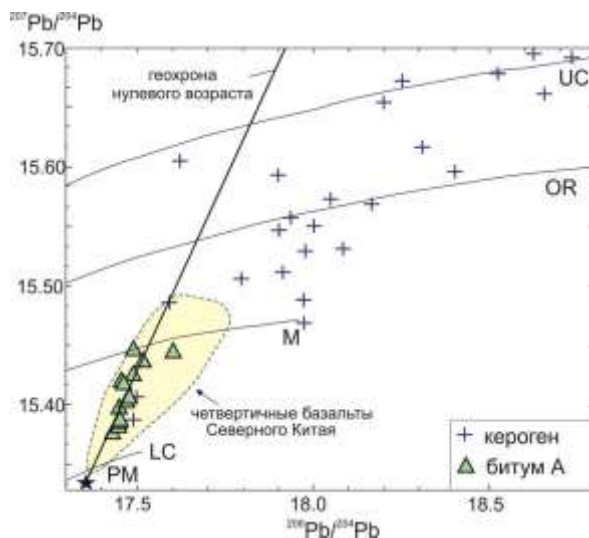
**Рис. 8.** Тройная диаграмма Pb–U–Th для 17 черных сланцев и 36 нефтей Северного моря и Австралии (Fetter et al., 2019). На диаграмме показаны линии земных значений U/Pb отношения ( $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}/70 = \mu/70$ ) и Th/U отношения ( $\omega = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ ).

**Fig. 8.** Ternary diagram in Pb–U–Th space showing the U/Pb ( $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}/70 = \mu/70$ ) and Th/U ( $\omega = ^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ ) values calculated for 17 black shales and 36 crude oils (Fetter et al., 2019). The dark-blue dotted line and black dashed one indicate the terrestrial values of these ratios.

### Кумай

Протяженные Pb-изотопные тренды дают керогены и нефти Китая. В месторождениях Ляохэ, Тарим и Гуйчжоу выявляются заметные различия в изотопах Pb между битумом и керогеном из одних и тех же слоев. Предполагается, что нефть образовалась в породах с керогеном в результате активности флюидов глубоких (мантийных) источников. Отношения  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  в них составляют, соответственно, 17.25–18.78, 15.37–15.62 и 37.3–38.3. На диаграмме

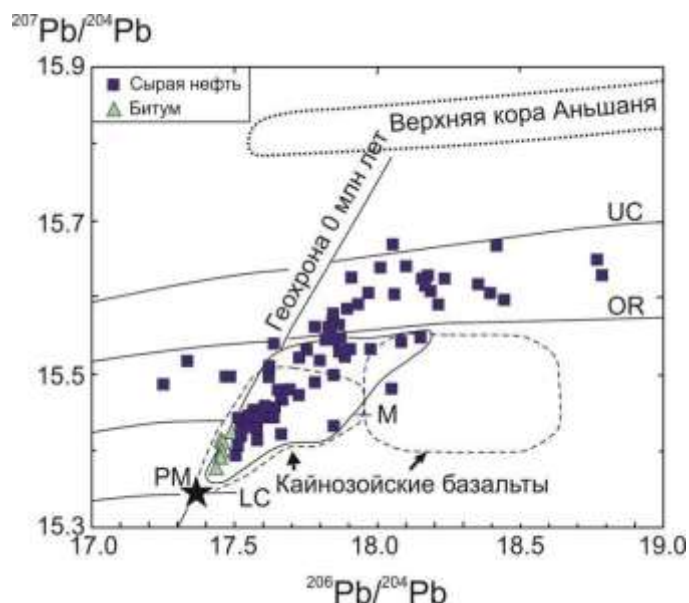
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  китайские геологи (Zhu et al., 2001) интерпретируют поле фигуративных точек керогенов как тренд рассеивания от примитивного состава мантии Китая до области составов верхней коры в плюмбо-тектонической модели (Zartman, Doe, 1981). Фигуративные точки растворимого органического вещества (битумов-А) соответствуют фигуративному полю четвертичных базальтов Северного Китая. На этом основании китайские геологи утверждают, что свинец в битуме А поступил из мантии недавно (рис. 9).



**Рис. 9.** Диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  сопоставления растворимого органического вещества (битума А) и керогенов из одних и тех же слоев в нефтяном месторождении Ляохэ с четвертичными базальтами Северного Китая (Zhu et al., 2001). РМ – примитивная мантия

Северо-Китайского блока. Линии плюмботектонической модели (Zartman, Doe, 1981): UC – верхняя кора, OR – орогенный пояс, М – мантия, LC – нижняя кора.

**Fig. 9.** Diagram  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  vs  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  for comparison of soluble organic matter (bitumen A) and kerogen from the same strata in the Liaohe oil field with Quaternary basalts from Northern China (Zhu et al., 2001). PM – primitive mantle of the North China block. Lines of the plumbotectonic model (Zartman, Doe, 1981): UC – upper crust, OR – orogenic belt, M – mantle, LC – lower crust.



**Рис. 10.** Диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  для сырой нефти и битумов А нефтяного поля Ляохе с кайнозойскими базальтами территории (Zhu et al., 2001). PM – примитивная мантия Северо-Китайского блока. Линии плюмботектонической модели (Zartman, Doe, 1981): UC – верхняя кора, OR – орогенный пояс, М – мантия, LC – нижняя кора.

**Fig. 10.** Diagram  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  for crude oil and bitumen A from the Liaohe oil field with Cenozoic basalts of the territory (Zhu et al., 2001). PM – primitive mantle of the North China block. Lines of the plumbotectonic model (Zartman, Doe, 1981): UC – upper crust, OR – orogenic belt, M – mantle, LC – lower crust.

Интервалы изотопных отношений Sr и Pb для керогена и растворимого органического вещества (битума А) поля Ляохе существенно различаются между собой; изотопный состав Pb керогена варьирует сильнее, что объясняется влиянием мантийного флюида (рис. 10). Предполагается, что кероген и битумы формировались в обстановке рифтовой впадины на окраине кратона или в зоне субдукции (Zhang et al., 1999).

### Обсуждение

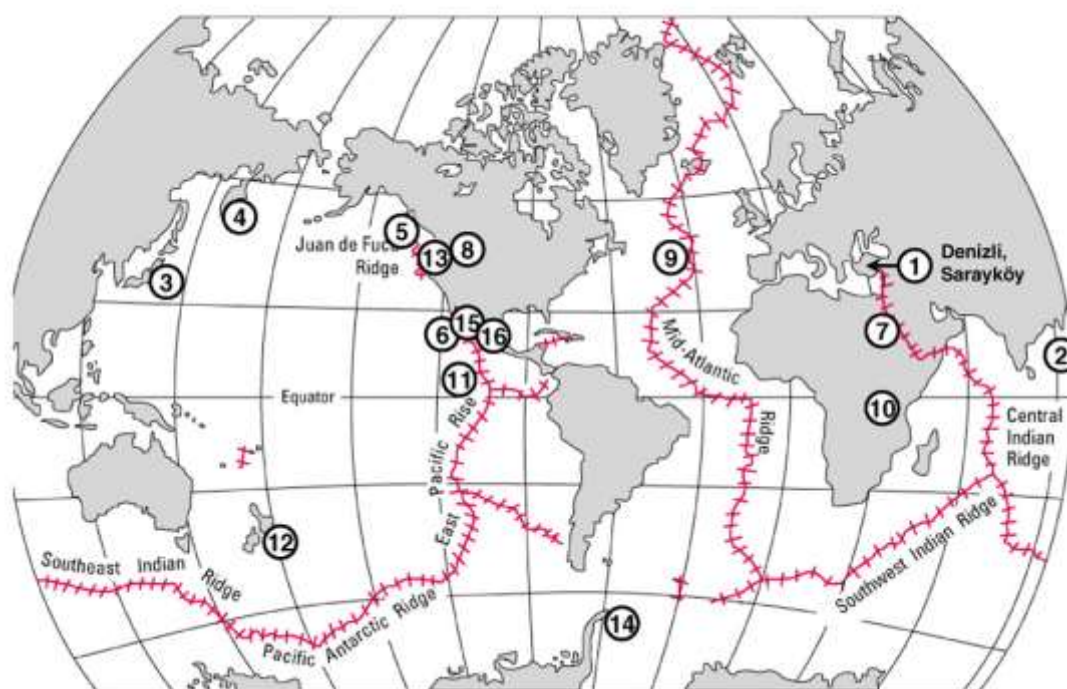
В настоящий обзор включены случаи изотопных характеристик Pb 1) изохронных семейств битумов, 2) дискретных кластеров керогена и нефтей и 3) протяженных трендов битумов, керогенов и нефтей Европейского типа и 4) протяженных трендов битумов, керогенов и нефтей Восточно-Азиатского типа.

### Когенетические сульфиды, битумы и нефти: Pb–Pb изохроны и линии смешения

При построении изохрон на диаграммах  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  начальное отношение изотопов Pb обычно не определяется. Такая возможность предоставляется, однако, в случае одновременной кристаллизации битумов и сульфидов. В литературе имеется пока единственный пример использования изотопов Pb для датирования сингенетических битумов и сульфидов гидротермальной системы (см. рис. 1). Этот пример свидетельствует о перспективности использования данных по изотомам Pb, отторженного от урана в галените, и изотопов Pb, соединенного с ураном в битумах, для получения надежного определения времени переноса углеводородов во флюидах гидротерм.

Органическое вещество участвует в процессе образования полиметаллических месторождений в карбонатных породах (Германов, 1965). Нефти, образующиеся на Земле в высокотемпературных условиях относятся к гидротермальному типу нефтей, которые отличаются от обычных нефтей, образующихся в условиях катагенеза при меньших температурах. Широко используется термин «гидротермальная нефть» (Simoneit, Lonsdale, 1982; Simoneit 1985; Kvenvolden, Simoneit, 1990; Bazhenova et al., 1998; Рокосова и др., 2001; Сорохтин и др., 2001; Gürgey et al., 2007;

Добрецов и др., 2015). Нефти и битумы неразстворимы в воде в обычных условиях, но растворимость существенно повышается при температурах 200 °С (нефть) и 330–350 °С (битумы) (Lewan, 1997; Баженова и др., 2012). Гидротермальные нефти имеют особые геохимические характеристики. Они содержат больше полициклических ароматических соединений, N-S-O соединений и незрелых биомаркеров. Известны многочисленные современные месторождения гидротермальных нефтей (рис. 11).



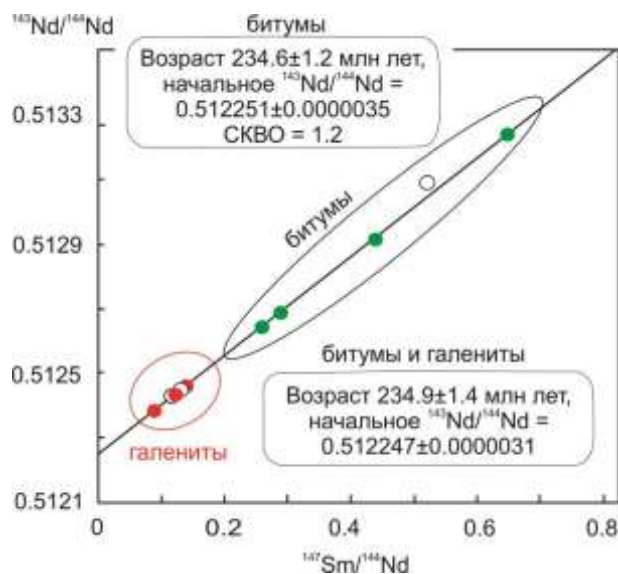
**Рис. 11.** Распространение современных гидротермальных нефтяных проявлений на Земле (Gürgey et al., 2007). (1) С – Денизли – Сарайкой, западнотурецкие грабеновые системы, (2) М – Андаманский задуговый бассейн, Индийский океан, (3) М – кальдера Варамико, Япония, (4) С – кальдера Узон, Россия, (5) М – Средняя долина, (6) М – Восточно-Тихоокеанское поднятие 21 с.ш., (7) М – впадина Кебрит, Красное море, (8) С – Йеллоустонский национальный парк, США, (9) М – Срединно-Атлантический хребет 26 с.ш., (10) С – озеро Танганьика, Восточно-Африканский разлом, (11) М – Восточно-Тихоокеанское поднятие 13 с.ш., (12) С – Вайотапу, Новая Зеландия, (13) М – впадина Эсканаба, (14) М – пролив Брансфилд, (15) М – котловина Гуаймас, Калифорнийский залив и (16) С – озеро Чапала, рифт Читала, Мексика. Большинство гидротермальных нефтяных проявлений расположено вдоль центров спрединга на дивергентных окраинах. С – континентальная обстановка. М – морская обстановка.

**Fig. 11.** Worldwide distribution of existing hydrothermal petroleum occurrences (Gürgey et al., 2007). (1) C – Denizli – Sarayköy, western Turkey graben systems (this study), (2) M – Andaman Backarc Basin, Indian Ocean, (3) M – Waramiko Caldera, Japan, (4) C – Uzon Caldera, Russia, (5) M – Middle Valley, (6) M – East Pacific Rise 21 N, (7) M – Kebrit Deep, Red Sea, (8) C – Yellowstone National Park, USA, (9) M – Mid Atlantic Ridge 26 N, (10) C – Lake Tanganyika, East African Rift, (11) M – East Pacific Rise 13 N, (12) C – Waiotapu, New Zealand, (13) M – Escanaba Trough, (14) M – Bransfield Strait, (15) M – Guaymas Basin, Gulf of California, and (16) C – Lake Chapala, Citala Rift, Mexico. Most of the hydrothermal petroleum manifestations are along the divergent margins spreading centers. C – continental setting. M – marine setting.

В фумаролах современных вулканов Японских и Курильских о-вов идентифицируется метан (Kiyosu, Asada, 1995; Шакиров, 2014). Вместе с метаном находятся этан, пропан и бутан. Углеводородные газы о. Кунашир относятся к газам термогенного и метаморфогенного типов. Термогенные газы считаются продуктом высокотемпературной переработки органического вещества захороненных осадков. Сейсмическая активность разломов обозначается не только аномалиями гелия и водорода, но и аномалиями метана (Syrbu et al., 2020; Холмогоров и др., 2022).

Соотношения проявлений битумов и гидротермальных нефтей и рудной минерализации должны оцениваться в терминах

изотопной систематики источников, но примеры работ такой направленности пока единичны. Интересен результат датирования битумов на Ag-Pb-Zn месторождении Эрдаокан в Северо-Восточном Китае Sm-Nd методом (Yuan et al., 2021). Четыре образца битумов дают возраст 234.6 млн лет при СКВО, близком к 1. Точки галенитов хорошо согласуются с этим возрастом (три из пяти). Такое согласование характеризует отторжение в галените не только Pb (от U), но и консервацию Nd (его отделение от Sm). Отношение  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  на пересечении изохронной линии с ординатой (т.е. начальное для Sm-Nd изотопной системы) получается ниже этого изотопного отношения в галенитах (рис. 12).



**Рис. 12.** Диаграмма  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} - ^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  для битумов и галенитов из месторождения Ag-Pb-Zn Эрдаокан, северо-восточный Китай. Диаграмма (Yuan et al., 2021) модифицирована.

**Fig. 12.** Diagram  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  vs  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  for bitumens and galenas from the Erdaokan Ag-Pb-Zn deposit, NE China. The diagram is modified after (Yuan et al., 2021).

Имеется опыт Pb-изотопного датирования рудных минералов (аутигенных сульфидов) в сочетании с девонскими карбонатными отложениями кораллов Онтарио *Heliophyllum* (Smith, Farquhar, 1989). Восемь образцов кораллов этого вида вместе с аутигенным пиритом, отобранным из одного из образцов, дают линейный массив фигуративных точек на изохронной диаграмме  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} -$

$^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ . На ней используется только радиоактивный переход  $^{238}\text{U}$  в  $^{206}\text{Pb}$ . Фигуративные точки кораллов образуют эррохрону (СКВО = 4.7) с оценкой возраста  $376 \pm 10$  млн лет ( $2\sigma$ ), согласующейся с их стратиграфическим положением около 375–385 млн лет. Pb, отторженный от U в пирите, обозначает начальное отношение  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  около 18.5 (рис. 13).



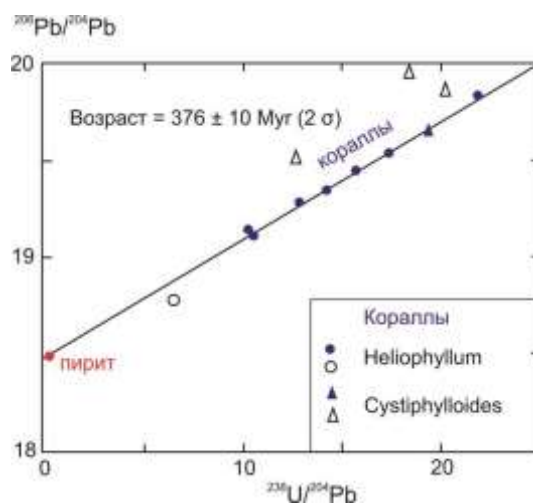


Рис. 13. Изохронная диаграмма U–Pb для девонских кораллов из юго-западного Онтарио, Канада. Открытые символы были исключены из регрессии. Из работы (Smith, Farquhar, 1989).

Fig. 13. U–Pb isochron diagram for Devonian corals from SW Ontario, Canada. Open symbols were omitted from the regression. After Smith and Farquhar (1989).

Показателен пример Pb-изотопного датирования метариолитов, вмещающих Cu–Zn сульфидные месторождения Норанда (Квебек, Канада). В данном случае сульфиды не ассоциируются с битумами или карбонатными породами. Начальные Pb-изотопные отношения ( $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ) получены ниже значений Pb-изотопных отношений метариолитов для галенита из рудного месторождения (рис. 14). Предполагалось, что исходный изотопный состав Pb

соответствует значениям  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  в области мантийных источников для пород зеленокаменного пояса Абитибиды. Pb–Pb датировки массивов (около 2692 млн лет) связывались с гомогенизацией изотопов Pb в породах примерно через 100 млн лет после их образования. Поздняя гомогенизация Pb могла быть следствием всепроникающей крупномасштабной циркуляции гидротермальных растворов через 50–150 млн лет после образования коры.

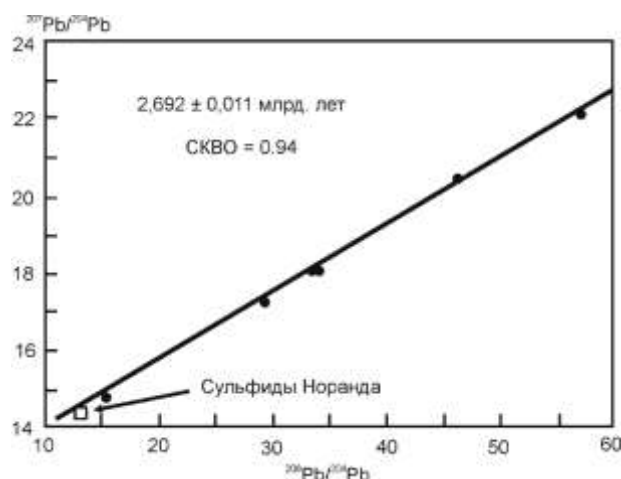


Рис. 14. Диаграмма Pb–Pb изохроны вулканических пород, вмещающих Cu–Zn сульфидное месторождение Норанда (Квебек). Из работы (Vervoort et al., 1993). Точка отторженного Pb дает начальное отношение сульфидов. Она слегка смещена ниже линии, аппроксимирующей совокупность точек метариолитов.

Fig. 14. Diagram of Pb–Pb isochron for volcanic rocks hosting the Noranda Cu–Zn sulfide deposit (Québec). From (Vervoort et al., 1993). The point of separated Pb yields the initial ratio of sulfides. It is slightly shifted below the line, approximating a family of the metarhyolite data points.

Нефти играют особую роль в образовании месторождений типа Миссисипи Вэлли, представляющих собой эпигенетические стратифицированные карбонатные сульфидные тела, составляющие примерно 25 процентов мировых запасов свинца и цинка. Они получили название по классическому району месторождений в бассейне р. Миссисипи, центральной части США. Цинк и свинец в карбонатных сульфидных телах находятся в сфалерите и галените (Paradis et al., 2007). Подобные Pb–Zn месторождения Кавказа связывались с вовлечением в рудообразование органического материала карбонатов (Германов, 1965).

Месторождения образуются из соленых бассейновых металлоносных флюидов в температурном диапазоне 75–200 °С. Крупные гидротермальные системы воздействуют на породы, содержащие рассеянную сырую (жидкую) нефть. Предполагается, что металлы месторождений этого типа в основном выщелачиваются из пород фундамента и их обломочных эрозионных продуктов и переносятся окисленными бассейновыми гидротермальными флюидами в виде хлоридных комплексов. Сульфиды осаждаются, когда бассейновые рассолы взаимодействуют с флюидами, обогащенными восстановленной серой, образовавшейся в основном за счет термохимического восстановления сульфата углеводородами (Saintilan et al., 2019).

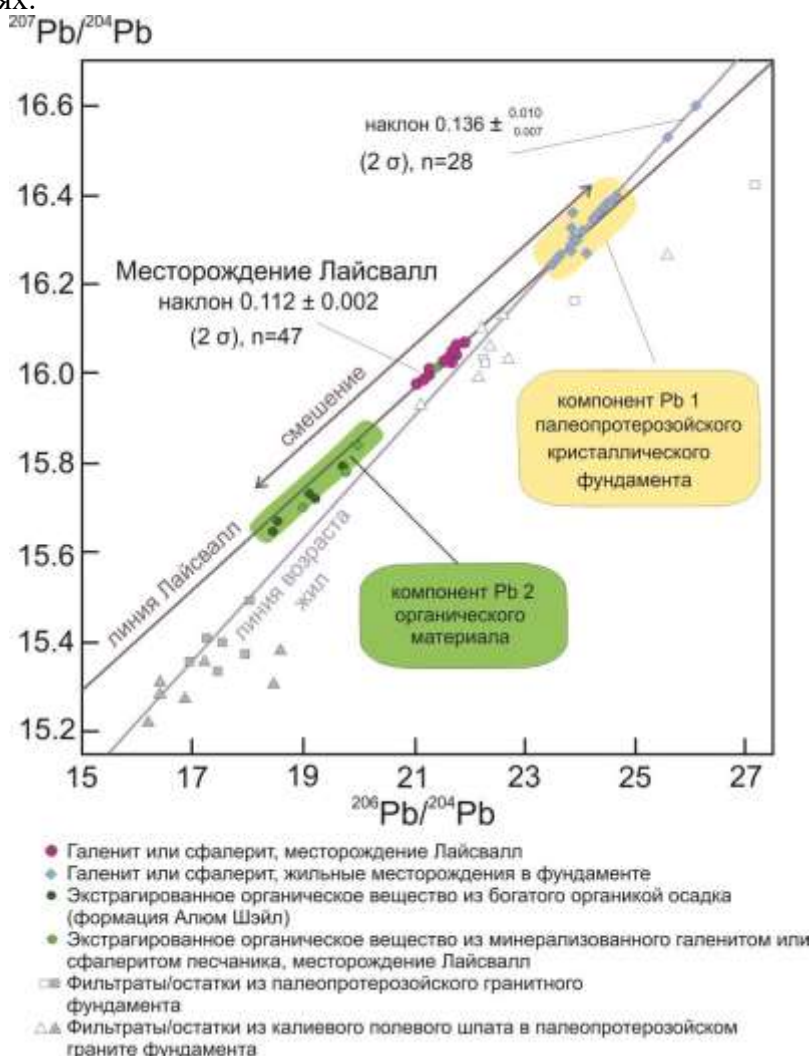
На основе данных органической геохимии и изотопов Pb обосновывается гипотеза о ключевой роли нефти и сопутствующей воды в формировании сульфидной минерализации в месторождении Лайсвалл (Скандинавский п-ов). В месторождение привносится не только восстановленная сера, но и значительное количество металлов. Свинец, первоначально содержащийся в битуме формации Алум Шейл, переносится жидкой нефтью и ассоциирующей водой к месту сульфидной минерализации в обстановке коллизии дуги и континента. Термохимическое восстановление сульфата нефтью способствует его осаждению в виде сульфида. Связанный с нефтью Pb составляет от 40 до 60 % бюджета металлов этого месторождения. Остальной Pb поступает из пород фундамента.

На диаграмме  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (рис. 15) иллюстрируется различие наклонов линий, аппроксимирующих возраст жил (наклон 0.136, соответствующий возрасту 2.18 млрд лет) и смешение компонентов Pb1 палеопротерозойского кристаллического фундамента и Pb2 органического материала (наклон 0.112, не имеющий возрастного значения). Смешение сопровождалось концентрацией металлов с формированием месторождения Лайсвалл. Органический материал, экстрагированный из пород формации Алум Шейл (кероген) не может быть когенетичным галенитам и сфалеритам жильных образований в фундаменте, поскольку изотопы Pb характеризуются менее радиогенным составом, чем в этих сульфидах.

#### *Интерпретация Pb-изотопных кластеров*

Подборка дискретных групп точек нефтей, приведенная на рис. 3, обозначена в работе (Hurst, 2002) от Оклахомы до Калифорнии датировками от 427 до 5 млн лет по модели эволюции обыкновенного (отторженного от урана) свинца в земной коре (Stasey, Kramers, 1975). Модель, по мнению автора, дает оценку возраста нефтей. Однако, во-первых, эта модель может дать только приблизительную кажущуюся оценку отторжения Pb типа В (Barberton) на качественном уровне по упрощенной двухстадийной модели эволюции U–Pb-изотопной системы. В модели не учитываются вариации изотопов Pb, обусловленные процессами солидификации магматического океана ранней Земли. Наиболее значительная погрешность в оценке возраста получается для свинцов типа J (Joplin), точки которых смещаются правее метеоритной геохроны (Rasskazov et al., 2010). В модели (Stasey, Kramers, 1975) для таких точек получается возраст будущего (точки нефтей Северного склона Аляски на рис. 3). Во-вторых, нефти и битумы содержат уран, поэтому использование модели отторженных свинцов для оценки их возраста не корректно или, по крайней мере, требует дополнительного обоснования, которое убедило бы читателя в том, что Pb нефтей имеет отторженное происхождение при отсутствии радиогенной

составляющей, производной от урана, содержащегося в нефтях.

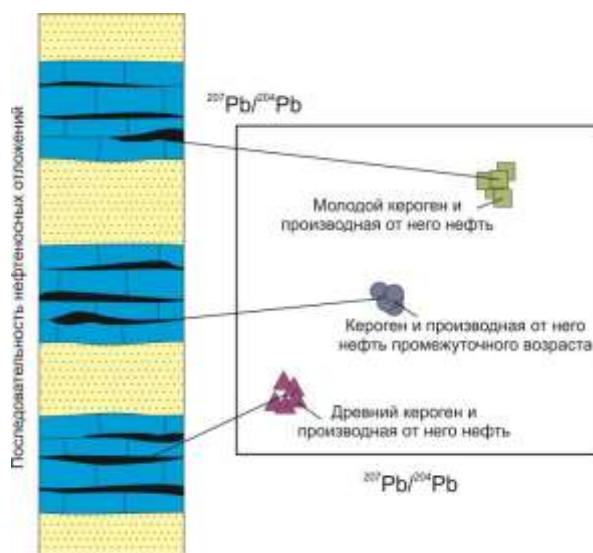


**Рис. 15.** Диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (Saintilan et al., 2019). Изотопные составы: сульфидов Pb–Zn из месторождения Лайсвалл и кальцит–галенитовых жил в фундаменте (районы Сторуман и Окерландет); фракций фильтратов и остатков после выщелачивания из образцов гранитного фундамента района Лайсвалл и соответствующих им аликвот калиевого полевого шпата; экстрагированного органического вещества из сланцевых углеводородных материнских пород формации Алюм Шэйл и из двух горизонтов минерализованных песчаников в месторождении Лайсвалл.

**Fig. 15.**  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  versus  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  plot (Saintilan et al., 2019). Isotopic compositions: Pb–Zn sulphides from the Laisvall deposit and in basement-hosted calcite-galena vein occurrences (Storuman and Åkerlandet districts); residue and leachate fractions from granite basement samples from the Laisvall area and their corresponding K-feldspar aliquots; extractable organic matter from shale hydrocarbon source rocks of the Alum Shale Formation and from the two mineralized sandstone horizons in the Laisvall deposit.

Обычно параметры материнской U–Pb изотопной системы исследователю не известны. Он вынужден пользоваться уравнением Холмса–Хаутерманса, чтобы получить приблизительное представление об относительной смене возраста в рамках условно принятых модельных параметров. Если источник углеводородов с течением времени не

менялся, в первом приближении получается последовательность Pb–Pb датировок, которая может служить для ориентировки в возрастных интервалах, разделяющих нефтеносные горизонты, дающие кластеры точек на диаграмме  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (рис. 16).



**Рис. 16.** Схема образования кластеров фигуративных точек на диаграмме  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  как результата поступления нефтей из слоев с разновозрастным керогеном при условии, если источник углеводородов с течением времени не менялся.

**Fig. 16.** Scheme of formation of data point clusters on diagram  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  vs  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  resulted from supply of oils from layers with kerogens of different ages, when hydrocarbon sources had not changed over time.

Для керогена и сырой нефти месторождений впадин Северного склона Аляски в работе (Hurst, 2002) был принят меловой возраст. В качестве независимой оценки возраста использовалась юрско-третичная эволюция рудного свинца (Alldrick et al., 1993), в которой по соотношению изотопов свинца галенита из разных месторождений региона было выявлено два основных события минерализации: раннеюрское и среднеэоценовое. Предполагалось, что обе металлогенические эпохи были короткими и проявились в региональном масштабе. Некоторые месторождения молодого эпизода минерализации были размещены рядом или наложены на более древние месторождения. По результатам полевых и лабораторных исследований для двух металлогенических эпох были определены разные ассоциации цветных и благородных металлов: для раннеюрской – золото-серебро-цинк-свинец-медная и для среднеэоценовой – серебро-свинец-цинковая.

На диаграмме  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  (см. рис. 5) для образцов керогена и сырой нефти определены два преобладающих кластера с приблизительными отношениями  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  1.215 и 1.225. Тот факт, что средние изотопные отношения свинца керогена по сравнению с сырой нефтью в пределах каждого кластера идентичны, свидетельствует о том, что изотопное равновесие свинца устанавливалось между керогенами и сырыми нефтями

во время катагенеза, то есть изотопное отношение свинца консервативно переносилось из керогена в сырую нефть. Р. Хюрстом предполагалось, что отношения  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  и  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  двух выделенных групп сырой нефти и керогена Северного склона Аляски соответствуют определению мелового периода по эволюции изотопов свинца земной коры, обозначенной в работе (Alldrick et al., 1993). Т.е. в керогене (и нефтях) система изотопов Pb не содержала U. Но в тексте статьи говорится о возрастании изотопных отношений Pb в керогене (и, следовательно, в производных от него сырых нефтях) в связи с относительным повышением содержания урана в керогене 1 до 21 мкг/г (концентрация Pb не приводится).

Очевидно, что речь не может идти об отторжении Pb. Радиогенный свинец накапливается в урансодержащей системе. Более высокая концентрация урана выражается с течением времени в более высоком (более радиогенном) изотопном отношении Pb. Концентрация урана в керогене увеличивается от 1–3 мкг/г в группе с наименее радиогенным Pb ( $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  около 1.215, группа 1) до 5–9 мкг/г в группе с более радиогенным Pb ( $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  около 1.225, группа 2). Отдельная фигуративная точка керогена с наиболее радиогенным Pb, содержит больше всего урана (21 мкг/г). Статистически значимая корреляция ( $R^2 = 0.987$ ) между концентрацией урана

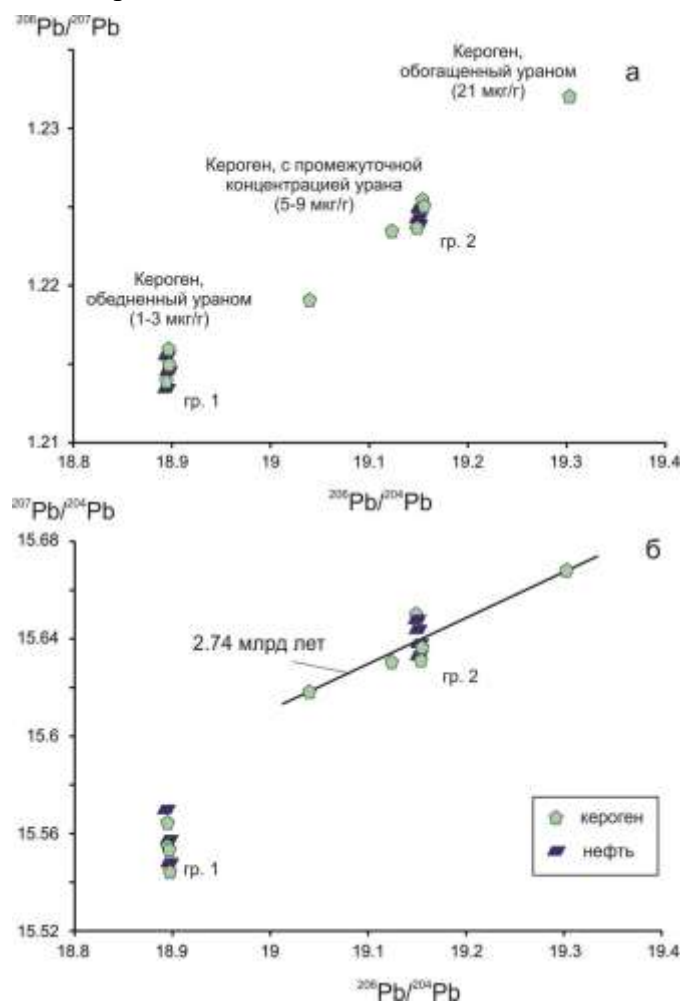


и отношением  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  в керогене свидетельствует о радиогенном происхождении свинца и его присутствии в структуре керогена. Эти данные интерпретируются как показатель того, что сырая нефть, полученная из исходных пород разного геологического возраста, имеет разные, чувствительные к возрасту, изотопные отношения свинца, которые можно использовать для корреляции сырой нефти с исходной породой и определения ее геологического возраста с применением моделей эволюции свинца в земной коре.

Диаграмма рис. 5 не содержит данных, опубликованных в работе (Alldrick et al, 1993). Эта работа оказалась недоступной, поэтому мы не имеем возможности дополнить недостающие данные, которые должны показать составы Pb галенитов в левом нижнем и правом верхнем углах диаграммы. Если генетическая Pb-изотопная общность керогенов и нефтей с рудным Pb действительно выстраивается в провинции Северного Склона

Аляски, можно ожидать распределение всех точек вдоль единой линии смешения. В этом случае неясно происхождение дискретности фигуративных точек.

Для удобства восприятия Pb-изотопных данных мы также перестроили диаграмму рис. 5 с взаимной заменой осей ординаты и абсциссы (рис. 17а). Для оценки возраста керогена и сырых нефтей месторождений впадин Северного склона Аляски в урансодержащей системе по изотопам Pb, для каждой фигуративной точки рис. 5 мы графически получили значения  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и построили диаграмму  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (рис. 17б). На этой диаграмме фигуративные точки нефтей гр. 2 вместе с точкой керогена, обогащенного ураном, располагаются вдоль линии, наклон которой соответствует датировке 2.74 млн лет, которая существенно превышает мезозойско-среднекайнозойские оценки возраста керогена и нефтей, принятые в работе (Hurst, 2002).



**Рис. 17.** Диаграммы  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (а) и  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (б), перестроенные по диаграмме рис. 5. Линейность распределения точек на диаграмме панели а дополняется оценкой наклона линии точек гр. 2 вместе с керогеном, обогащенным U.

**Fig. 17.** Diagrams  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (a) and  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (b), reconstructed from the diagram of Fig. 5. The linearity of point distribution on the diagram of panel a is supplemented by an estimate of the slope of the line of points of group 2 together with kerogen enriched in U.

Кероген гр. 2 содержит компонент, обогащенный ураном в архее. Смещение фигуративных точек Pb в правую часть диаграммы на рис. 3 свидетельствует о более высоком  $\mu$  (т.е.  $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ ) керогена и нефтей Северного склона Аляски, по сравнению с керогеном и сырыми нефтями расположенных южнее месторождений Северной и Южной Америк. Свинец этой территории, возможно, был производным процессов, которые привели к генерации аномального рудного свинца типа J в разломе Тинтина, расположенном на сопредельной с Аляской территории Канады (Дое, 1970).

В работе Р. Хюрста подчеркивается факт соответствия изотопных отношений Pb в неэтилированном бензине, полученном разными производителями из сырья сырой нефти Северного склона Аляски в том же изотопном диапазоне. Подобный результат получен для неэтилированных бензинов и сырых нефтей Калифорнии. В обоих случаях данные указывают на то, что изотопные отношения свинца в сырой нефти передаются от керогена к сырой нефти во время катагенеза и от сырой нефти к бензину во время ее переработки.

#### *Интерпретация Pb-изотопных трендов Европейского типа*

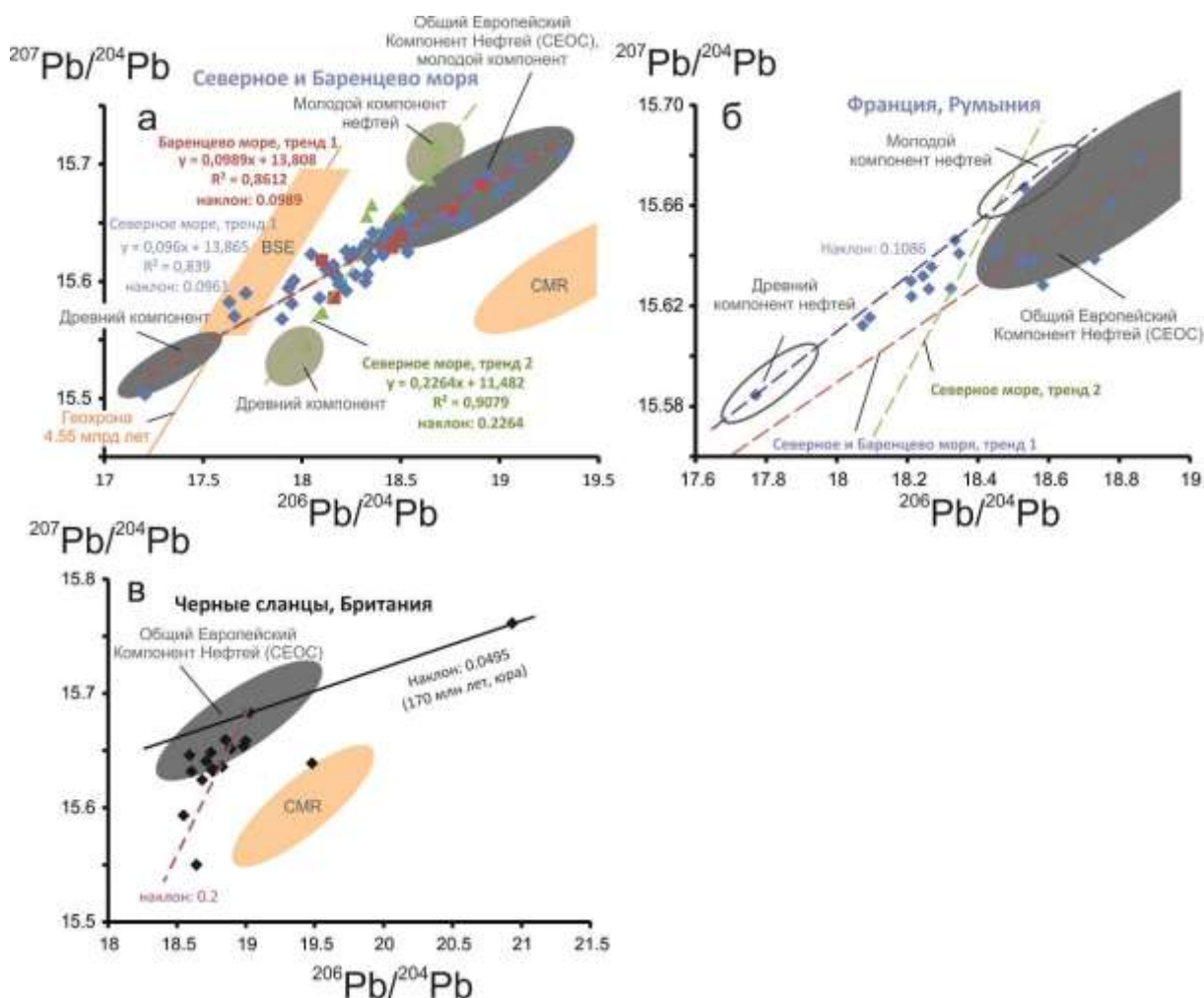
На диаграмме  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  (рис. 18а) основные тренды нефтей Баренцева и Северного морей образуют близкий наклон (соответственно, 0.0989 и 0.0961). Часть точек нефтей Северного моря выделяются в самостоятельный тренд, занимающий секующее положение относительно основного тренда. Эта совокупность нефтей характеризуется компонентами, отличающимися от компонентов нефтей основного тренда Баренцева и Северного морей.

Поскольку в качестве материнских пород нефтей Северного моря принимаются черные сланцы юрского возраста (Fetter et al., 2019), две фигуративные точки керогена,

расположенные на линии с наклоном 0.0495, соответствующим юрской датировке 170 млн лет, можно считать согласующимися с геологическим определением возраста черных сланцев. Одна из этих точек, имеющая более радиогенный состав Pb, отражает обогащение сланцев ураном, другая точка с менее радиогенным составом Pb попадает в центр поля общего европейского компонента нефтей (СЕОС – Common European Oil Component). Другие фигуративные точки черных сланцев Северного моря образуют тренд, протягивающийся с большим наклоном (0.2) в левую нижнюю часть диаграммы  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ . Pb изотопы материала черных сланцев могут характеризовать обломочный материал с древним Pb, модифицированным в юрское время.

Точки нефтей Франции и Румынии выстраиваются в виде цепочки вдоль линии при низких значениях  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и образуют разброс значений  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  на радиогенном окончании тренда (рис. 18б). Линия ограничивает всю совокупность точек сверху. Ее наклон (0.1086) больше наклона основного европейского тренда Pb. Смещение точек от этой линии вправо может быть следствием примеси общего компонента нефтей Европы (СЕОС). Этот компонент по изотопным отношениям Pb подобен материалу современных морских отложений и верхней части континентальной коры (Hemming, McLennan, 2001; Paul et al., 2002). Линия нефтей Франции и Румынии с наклоном 0.1086 характеризует локальные компоненты.

В Европе широко распространен внутримитный кайнозойский вулканизм, характеризующийся составом Общего Мантийного Резервуара (CMR) (Lustrino, Wilson, 2007). Состав СЕОС нефтей существенно отличается от состава CMR вулканических пород, хотя в обоих случаях эти компоненты имеют высокое отношение  $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$  (рис. 18).

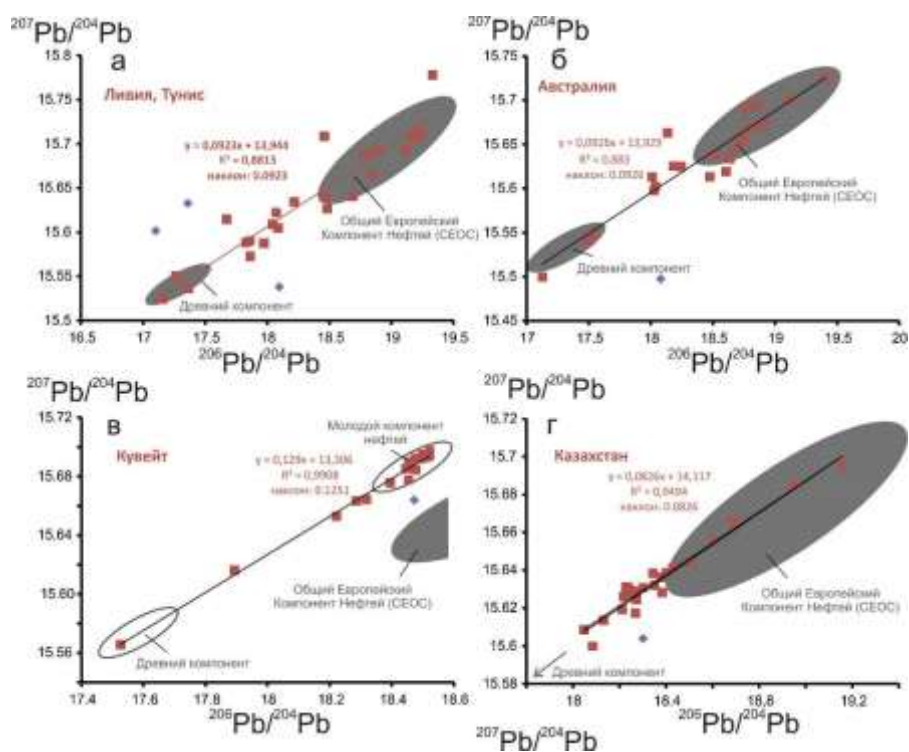


**Рис. 18.** Диаграммы  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  компонентов нефтей Северного и Баренцева морей (а), Франции и Румынии (б) и черных сланцев Британии (в). Использованы данные (Fetter et al., 2019). Для сопоставления на диаграммах а и в показано фигуративное поле CMR (Common Mantle Reservoir), выделенное для вулканических пород Европы и сопредельной Африки и Аравии (Lustrino, Wilson, 2007).

**Fig. 18.** Diagrams  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  of oil components from the North and Barents Seas (a), France and Romania (b), and British black shales (c). Data are from (Fetter et al., 2019). For comparison, the diagrams a and c show the CMR (Common Mantle Reservoir) data field allocated for volcanic rocks of Europe and adjacent Africa and Arabia (Lustrino, Wilson, 2007).

Тренд изотопов Pb нефтей Ливии и Туниса имеет сходство с основным трендом изотопов Pb Северного и Баренцева морей (наклон 0.0923 слегка меньше наклонов 0.0989 и 0.0961) (рис. 19а). Такой же тренд с таким же наклоном (0.0926) имеют нефти Австралии (рис. 19б). Такое сходство компонентов может отражать глобальную общность глубинных флюидов регионов SOPITA и AFITA.

Тренды фигуративных точек на Pb-изотопных диаграммах нефтей Кувейта и Казахстана смещаются вверх относительно основного тренда Европы, располагаясь в целом почти параллельно этому тренду. Наклон тренда Кувейта слегка возрастает (0.1251), а наклон тренда Казахстана, наоборот, слегка уменьшается (0.0826) (рис. 19в,г).

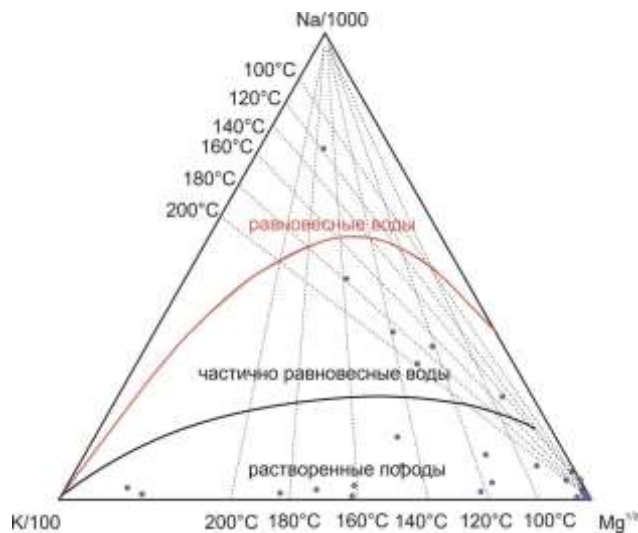


**Рис. 19.** Диаграммы  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  компонентов нефтей Ливии и Туниса (а), Австралии (б), Кувейта (в) и Казахстана (г). Отдельные отскочившие точки показаны синими ромбами. Используются данные (Fetter et al., 2019).

**Fig. 19.** Diagrams  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  for components of oils from Libya and Tunisia (a), Australia (b), Kuwait (c) and Kazakhstan (d). Individual outliers are shown as blue diamonds. Data are from (Fetter et al., 2019).

В Европе и сопредельных морских акваториях изотопный состав Pb существенно отличается от изотопного состава Pb внутриплитных вулканических пород. Поскольку залежи углеводородов находятся в верхней части коры, априори предполагается, что источники углеводородов также должны находиться в коре, в ее верхнем (осадочном) слое.

Такая гипотеза разрабатывается с использованием изотопов Pb для объяснения образования нефтяных месторождений в акватории Северного моря (см. рис. 18). Предполагается, что Pb приносится из пород коры в нефти горячей водой. По К–Na–Mg геотермометру для нефтей оцениваются температуры равновесия около 100–180°C (рис. 20).



**Рис. 20.** Диаграмма  $\text{K}/100 - \text{Na}/1000 - \text{Mg}^{1/2}$ , представляющая К–Na и К–Mg геотермометры (Giggenbach, 1988). Предполагается, что вода и растворенные в ней компоненты

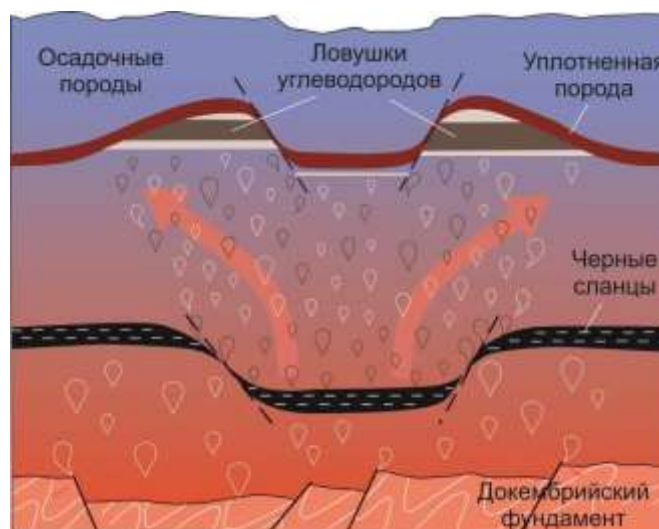


были захвачены нефтью в виде микроэмульсий и растворились в нефти, и что измеренные относительные содержания K, Na и Mg в кислотных экстрактах (синие точки) соответствуют содержаниям в захваченной воде. Равновесие между водой и изолированной нефтью полностью не достигалось, но температуры 100–180°C, вероятно, представляющие условия вторичной миграции и захвата нефти, согласуются с данными по флюидным включениям.

**Fig. 20.** Diagram  $K/100 - Na/1000 - Mg^{1/2}$  representing the K–Na and K–Mg geothermometers (Giggenbach, 1988). The assumption made here is that water and its solutes were trapped in oil as micro-emulsions and eventually dissolved into oil, and that present relative abundances of K, Na, and Mg in acid extracts (blue dots) reflect those of the trapped waters. Equilibration between water and sequestered oil was never fully achieved but temperatures of 100–180 °C, likely representing the conditions of secondary oil migration and entrapment, are consistent with fluid inclusion evidence.

Модель переноса Pb термальными водами предполагает, что нижний пограничный слой содержит избыточное тепло, которое создает плавучесть материала и вызывает образование горячих струй. Присутствие древнего Pb в нефти, требует, чтобы нижний граничный слой доходил до фундамента. В верхнем

граничном слое распределение температуры определяется локальным геотермическим градиентом. Горячие жидкости, попадающие в верхний граничный слой, эффективно охлаждаются, что приводит к разделению нефти и воды (рис. 21).



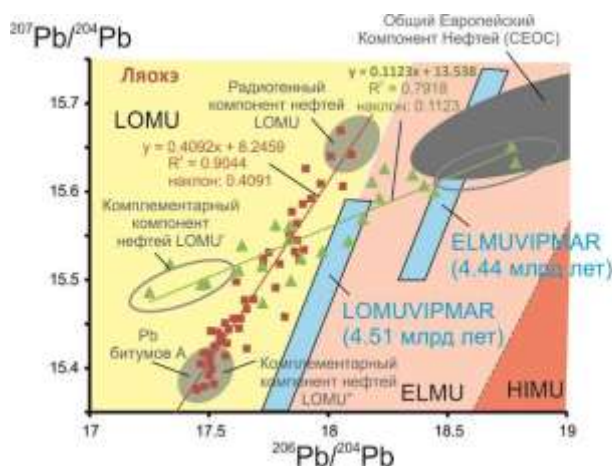
**Рис. 21.** Схема образования нефтяного поля (Fetter et al., 2019). Вода со свинцом (контуры белых капель) просачивается из докембрийского фундамента (нижний слой со складчатой структурой) сквозь поры вышележащей осадочной толщи. Горячие воды растворяют органический материал при прохождении через богатые углеродом черные сланцы (черный слой с субгоризонтальными белыми мелко-штриховыми линиями), возможно, вдоль разломов (наклоненные крупно-штриховые линии). Вода высвобождает углеводородные компоненты (контуры серых капель) по мере того, как флюиды мигрируют вверх и вбок через пористые осадочные слои (бежевые стрелки), а растворимость нефти в воде экспоненциально падает с температурой. И вода, и нефть захватываются в ловушки под слоем уплотненной породы (показан темно-коричневым цветом).

**Fig. 21.** Cartoon of oil field genesis (Fetter et al., 2019). Water containing Pb (white droplet outlines) percolates from the Precambrian basement (the folded bottom layer) through the overlying sedimentary strata. The hot waters dissolve organic material as it forms through carbon-rich black shales (black layer with subhorizontal white fine-dashed lines), possibly along faults (tilted coarse-dashed lines). The water liberates hydrocarbon components (gray droplet outlines) as the fluids migrate upward and sideways through the porous sedimentary layers (beige arrows), the solubility of oil in water decreasing exponentially with temperature. Both water and oil become trapped beneath a layer of seal rock (shown in dark brown).

**Интерпретация Pb-изотопных трендов  
Восточно-Азиатского типа**

Фигуративные точки изотопов Pb нефтей Ляохэ разделяются на два тренда. Один тренд изотопов Pb нефтей Ляохэ имеет сходство с основным трендом изотопов Pb нефтей Северного и Баренцева морей (наклон нефтей Ляохэ 0.1123 слегка больше наклонов 0.0989 и 0.0961). В распределении точек этого тренда проявляется тенденция их смещения вниз относительно основного европейского

тренда. На верхнем (радиогенном) окончании этого тренда находится конечный компонент ELMU, на нижнем – комплементарный ему конечный компонент тренда LOMU'. Другой тренд имеет крутой наклон (0.4091). На верхнем (радиогенном) окончании этого тренда находится конечный компонент LOMU, на нижнем – комплементарный ему конечный компонент тренда LOMU'. Пологий тренд нефтей Ляохэ протягивается из области ELMU в область LOMU (рис. 22).



**Рис. 22.** Диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  компонентов нефтей Ляохэ, образующих два тренда. Один тренд подобен по наклону (0.1123) основному европейскому тренду нефтей, другой пересекает первый тренд и имеет весьма крутой наклон (0.4091). Используются данные (Zhu et al., 2001), представленные на диаграмме рис. 10. Мантийные резервуары Азии: LOMUVIPMAR – LOMU Viscous Protomantle Reservoir, резервуар вязкой протомантии закристаллизовавшегося магматического океана с низким  $\mu$ , соответствующий геохроно 4.51 млрд лет; ELMUVIPMAR – ELMU Viscous Protomantle Reservoir, резервуар вязкой протомантии закристаллизовавшегося магматического океана с повышенным  $\mu$ , соответствующий геохроно 4.44 млрд лет (Rasskazov et al., 2020).

**Fig. 22.** Diagram  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  vs  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  for components of the Liaohé oils, forming two trends. One is similar in slope to the main trend of European oils, the another intersects the former trend and has a steep slope. The data set (Zhu et al., 2001) presented in the diagram of Fig. 10 is used. Mantle reservoirs of Asia: LOMUVIPMAR – LOMU Viscous Protomantle Reservoir, a reservoir of viscous protomantle of a crystallized magma ocean with low  $\mu$ , corresponding to a geochron of 4.51 Ga; ELMUVIPMAR – ELMU Viscous Protomantle Reservoir, a reservoir of viscous protomantle of a crystallized magma ocean with elevated  $\mu$ , corresponding to a geochron of 4.44 Ga (Rasskazov et al., 2020).

В Восточной Азии Pb-изотопные тренды битумов, керогенов и нефтей содержат мантийные Pb-изотопные компоненты, маркированные четвертичными внутриплитными вулканическими породами. Более того, тренды битумов, керогенов и нефтей имеют разный наклон, взаимно пересекаются и сопоставимы по протяженности с трендами вулканических пород.

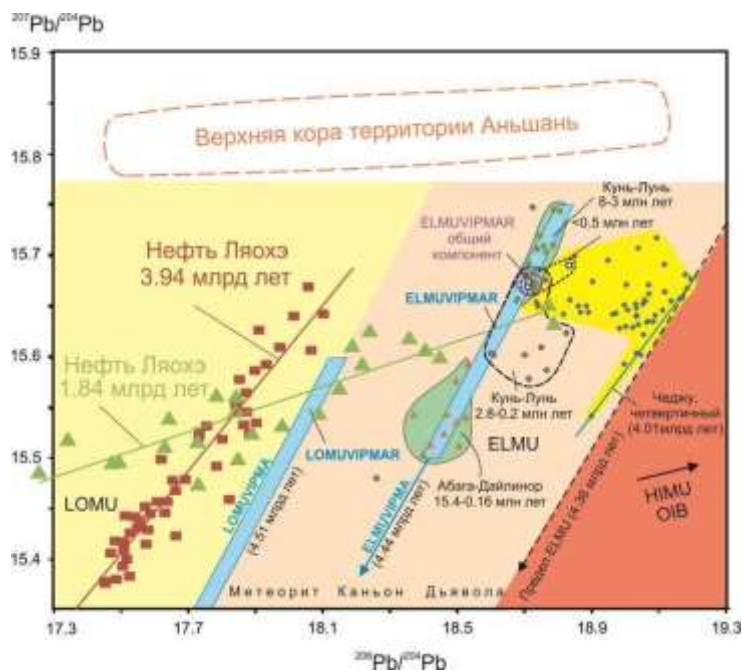
По наклону Pb-изотопных трендов внутриплитных базальтов и базальтоидов оценивается возраст протолитов источников,

вовлекающихся в плавление на разных уровнях мантии. Предполагается общий запуск плавления силикатной мантии от кристаллизации магматического океана Земли в интервале 4.54–4.44 млрд лет назад и дискретная во времени эволюция мантии с изотопной гомогенизацией порций протолитов с последующей U–Pb дифференциацией локальных резервуаров, отражающейся в Pb-изотопных трендах (Rasskazov et al., 2020; Чувашова и др., 2022).

Голоценовый вулканизм Восточной Азии характеризуется более высокой насыщенностью флюидами, чем вулканизм Центральной Азии, что влечет за собой возобновляющиеся извержения на окраине континента в последние 10 тыс. лет вплоть до настоящего времени, в отличие от короткого импульса, проявившегося, например, в Центральной Монголии, на вулкане Хорго, около 9 тыс. лет назад (Чувашова и др., 2007). Роль флюидов в кайнозойских вулканических извержениях возрастает с течением времени. В четвертичное время на поле Дариганга поступают флюиды мантии магматического океана, закристаллизовавшегося в гадее, около 4.47 млрд лет назад (Rasskazov et al., 2024).

Эти факты свидетельствуют о высокой синвулканической проницаемости мантии и коры для глубинных флюидов, возможно, поднимающихся с глубин нижней мантии. По-видимому, нефтяное поле Ляохэ (и другие нефтяные проявления Восточной Азии) формировались при участии глубинных мантийных флюидных потоков. Гипотеза о глубинных флюидах в нефти Ляохэ аргументируется развитием Pb-изотопных трендов с существенно более низким отношением  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  в нефтях, чем в породах верхней коры территории нефтяного поля. Крутой Pb-

изотопный тренд нефтей Ляохэ с наклоном 0.4091, соответствующим возрасту материала предполагаемого флюидного потока 3.94 млрд лет, сопоставляется по возрасту с протолитом источника четвертичных базальтов о-ва Чеджу на юге Японского моря (возраст 4.01 млрд лет) ранней геодинамической эпохи Земли. Пологий Pb-изотопный тренд нефтей с наклоном 0.1123, соответствующим возрасту материала флюидного потока 1.84 млрд лет, сопоставляется по возрасту с протолитом источника Лаошантоу четвертичных лав поля Удаляньчи (возраст 1.87 млрд лет) и с другими близкими по возрасту протолитами вулканических пород Восточной Азии средней геодинамической эпохи Земли (Rasskazov et al., 2020). Высокорадиогенная часть пологого тренда нефтей Ляохэ приблизительно соответствует общему компоненту резервуара вязкой протомантии с повышенным  $\mu$  застывшего магматического океана. Однако, правый конец этого тренда также соответствует составам верхней коры, океанических отложений и СЕОС. Протолит такого состава мог испытать дифференциацию около 1.84 млрд лет назад и с течением времени дал тренд, протянувшийся в поле составов LOMU (рис. 22, 23).



**Рис. 23.** Диаграмма  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  сопоставления двух трендов нефтей Ляохэ с трендами и компонентами вулканических пород Восточной Азии и трендом пород верхней коры. Приведены тренды нефтей Ляохэ относительно мантийных резервуаров Азии (рис. 22), фигуративные поля точек вулканических полей Куньлуня, Абаги-Дайлинора и Чеджу (Rasskazov et al., 2020 и ссылки в этой работе) и фигуративное поле верхней коры территории Аньшаня (Zhu et al., 2001). Схема образования нефтяного поля Северного моря в данном случае не работает, поскольку в нефти Ляохэ отсутствуют компоненты верхней коры

территории нефтяного поля, а присутствуют мантийные компоненты. Для трендов нефтей Ляохэ приведены датировки материала протолита для предполагаемого флюидного потока.

**Fig. 23.** Diagram  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  comparing two trends of Liaohe oils with the trends and components of volcanic rocks from East Asia and the trend of upper crustal rocks. The trends of Liaohe oils relative to the mantle reservoirs of Asia (Fig. 22), the data fields of points of the Kunlun, Abaga-Dalinoer, and Jeju volcanic fields (Rasskazov et al., 2020 and references therein), and the data field of the upper crust of the Anshan area (Zhu et al., 2001) are shown. The scheme of the formation of the North Sea oil field does not work in this case, since the Liaohe oil does not contain components of the upper crust of the oil field area, but does contain mantle components. For the Liaohe oil trends, the ages of the inferred fluid flow material are indicated.

### Заключение

Из сравнительного анализа Рb-изотопных характеристик углеводородов разных регионов Мира следует вывод об общем подразделении битумов, керогенов и нефтей на гидротермальные и обычные (катагенетические). В гидротермальных условиях достигается изотопная гомогенизация Рb с выходом на надежные изохронные Рb–Рb датировки, отражающие отделение свинца от урана в рудные минералы одновременно с обогащением ураном битумов. В условиях катагенеза изотопная гомогенизация Рb не достигается. По семействам фигуративных точек на диаграммах изотопов Рb выявляется дискретность компонентов источников, вероятно, имеющих различный возраст.

В систематике битумов, керогенов и нефтей различаются источники Рb-изотопных кластеров и непрерывных протяженных трендов. Кластеры изотопов Рb свойственны месторождениям углеводородов Северной и Южной Америки, протяженные тренды – месторождениям Евразии, Африки и Австралии. В кластерах наблюдается взаимное соответствие Рb-изотопных составов керогенов и нефтей, а также производных легких фракций бензинов. В протяженных трендах выявляется несоответствие между этими составами. Рb-изотопные кластеры обозначают месторождения углеводородов, образовавшиеся в результате катагенеза осадочных отложений в бассейнах погружения, протяженные Рb-изотопные тренды свидетельствуют о развитии более сложных процессов поступления и преобразования углеводородного материала.

Тренд Северного и Баренцева морей принимается в качестве типичного (преобладающего) протяженного тренда нефтей,

имеющего на диаграмме  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  наклон около 0.09–0.10. На тренде обозначается общий европейский компонент нефтей (СЕОС), существенно отличающийся от состава Общего Мантийного Резервуара (СМР) Европы, сопредельной Африки и Аравии. Протяженные Рb-изотопные тренды других регионов меняют наклон от 0.08 до 0.23. В этом интервале находится наклон (0.1123) протяженного тренда нефтей поля Ляохэ Северо-Восточного Китая. Но здесь проявляется также крутой тренд с наклоном 0.4091.

Распределение изотопов Рb в углеводородах Северного моря интерпретируется как результат смешения древнего Рb, который переносится термальными водами из пород кристаллического фундамента, и молодого Рb, содержащегося в черных сланцах юрского возраста. Распределение изотопов Рb в битумах, керогенах и нефтях поля Ляохэ служит показателем их формирования в глубинных мантийных флюидных потоках, которые характеризуются протяженными трендами диаграммы  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , подобными трендам кайнозойских вулканических пород Азии.

Несмотря на развитие в России нефтедобывающей отрасли, Рb-изотопная систематика углеводородного сырья здесь остается неизученной. Определением изотопного состава Рb посвящена единственная работа (Готтих и др., 2012), в которой представлены данные по изотопам U и Рb в одном образце битума Западно-Соплесского газоконденсатного месторождения Тимано-Печорской провинции. Полученные значения отношений нуклидов U и Рb использовались авторами для ориентировочной оценки времени позднего поступления углеводородов в карбонатные отложения каменноугольного возраста. Ими рассчитаны модельные значения



датировок, близкие к конкордантным:  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  – 203.1 млн лет и  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  204.4 млн лет. По соотношению изотопов Pb получено несколько более древнее значение модельного возраста 219.5 млн лет. В битуминозной фазе включений в породах и в битумах определены равновесные отношения изотопов  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  и  $^{230}\text{Th}/^{228}\text{Th}$ . Сделан вывод о том, что геохимическая замкнутость в отношении присутствующих урана и тория не нарушалась в течение, по крайней мере, последнего 1 млн лет. Эта работа, опубликованная в виде тезисов, имеет предварительный характер.

### **Образовательное значение статьи**

Лекционные теоретические курсы классического университета России дают общее знание по предметам, которое может долгое время оставаться не востребованным в практической деятельности молодого специалиста. В магистерских курсах нужно вводить приемы, которые заставят слушателей привести в движение их устремления и мысли. На старших курсах, после производственных практик бакалавриата и магистратуры, у студентов уже начинают вырабатываться профессиональные навыки, но у них еще недостаточно опыта оформления идеи в виде научной статьи.

В век компьютерных технологий общение между преподавателем и студентом предполагает сохранение информации между встречами и ее переработку в интерактивном режиме во время встреч. Студент магистерской подготовки должен видеть рождение научной статьи от начала до конца, наблюдать за тем, как преподаватель создает научную статью, как он выбирает новую актуальную тему для исследования, как он формулирует цель и задачи, выбирает методы для решения поставленных задач, получает фактические материалы с полным осознанием их качества, создает структуру статьи, наполняет ее содержанием и иллюстрациями. Студент должен улавливать малейшие неточности и грубые ошибки преподавателя, неизбежно проявляющиеся в процессе работы над содержанием рукописи, и вводить необходимые правки, чувствовать вместе с

преподавателем необходимость совершенствования структуры работы и корректировки выводов, которые следуют из каждого нового обсуждения полученного фактического материала. Наконец, у магистранта должно сформироваться понимание новизны выводов, полученных в результате проделанной коллективной работы преподавателя и активных слушателей, должно сложиться впечатление о дальнейших перспективах впервые предложенных решений.

На геологическом факультете ИГУ третий год проводятся занятия по дисциплине «Подготовка, оформление и представление результатов научно-исследовательских и научно-производственных работ». За два предшествующих учебных года во время занятий в интерактивном режиме подготовлены статьи (Олиферовский и др., 2022; Монгуш и др., 2023). Обе опубликованы в финальных (четвертых) выпусках журнала «Геология и окружающая среда» как отчетные документы магистрантов по пройденному курсу. Магистранты стали авторами статей и получили зачеты по дисциплине.

В процессе ознакомления с немногочисленными работами по химическим элементам и изотопам, полученным для нефтей с использованием современного аналитического оборудования, были рассмотрены разные интерпретации полученных данных. Стало очевидным, что назрела необходимость обзора и общей оценки опубликованных статей этого направления. В начале первого семестра 2024–2025 учебного года было принято решение подготовить в интерактивном режиме с магистрантами рукопись по теме: «Что могут дать методы элементного и изотопного анализа для выяснения происхождения нефтей?». В конечном итоге, в интерактивном режиме с магистрантами была подготовлена статья, в которой обозначились возможности применения изотопов Pb для систематики битумов, керогенов и нефтей.

### **Литература**

Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. М.: Изд-во МГУ, 2012. 432 с.

Германов А.И. Геохимическое значение органического вещества в гидротермальном процессе // Геохимия. 1965. № 7. С. 834–843.

Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Журавлев Д.З. Геохимические особенности пород, битумов и нефтей некоторых нефтегазоносных провинций: изотопные соотношения Nd и Sr // Доклады РАН. 2000. Т. 375. № 1. С. 85–88.

Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Пушкарев Ю.Д. Возможность использования U-Th-Pb и Pb-Pb систем для исследования нафтидов // Материалы 5-й Российской конференции по изотопной геохронологии «Геохронометрические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов», 4–6 июня 2012 г. Москва: ИГЕМ РАН. С. 112–114.

Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Нурғалиев Д.К., Журавлев Д.З. Некоторые генетические аспекты формирования Ромашкинского нефтяного м/р и его сателлитов // Отечественная геология. 2005. № 3. С. 3–11.

Добрецов Н.Л., Лазарева Е.В., Жмодик С.М., Брянская А.В., Морозова В.В., Тикунова Н.В., Пельтек С.Е., Карпов Г.А., Таран О.П., Огородникова О.Л., Кириченко И.С., Розанов А.С., Бабкин И.В., Шуваева О.В., Чебыкин Е.П. Геологические, гидрогеохимические и микробиологические особенности нефтяной площадки кальдеры Узон (Камчатка) // Геология и геофизика. 2015. Т. 56, № 1–2. С. 56–88. doi: 10.15372/GiG20150103

Зубков В.С. Закономерности распределения и гипотезы происхождения конденсированных нафтидов в магматических породах различных геодинамических обстановок // Геохимия. 2009. № 8. С. 787–804.

Ксанфомалити Л. Экспедиция "Гюйгенс" к Титану, спутнику Сатурна // Наука и жизнь. 2005. № 3. <https://www.nkj.ru/archive/articles/827/>

Монгуш А.Р., Коваленко С.Н., Ясныгина Т.А., Чувашова И.С., Саранина Е.В., Рассказов С.В. Сходство и различие состава среднеюрских и нижнеплиоценовых отложений на северо-западном берегу Байкала: Оценка вклада обломочного материала Приморского хребта в аллювий средней части долины Пра-Манзурки // Геология и окружающая среда. 2023. Т. 3, № 4. С. 51–81. doi: 10.26516/2541-9641.2023.4.51

Олиферовский Р.В., Седунова Е.А., Шаметова И.Б., Башкирцев А.В., Данилин Д.А., Монгуш А.Р., Коваленко С.Н., Ясныгина Т.А., Чувашова И.С., Саранина Е.В., Рассказов С.В. Источник

трахидацит-риолитовых галек среднеюрских конгломератов на северо-западном берегу Байкала: сопоставление галек с породами магматических комплексов верхнего палеозоя и мезозоя Забайкалья // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 4. С. 53–79. doi: 10.26516/2541-9641.2022.4.53

Рассказов С.В., Чувашова И.С. Радиоизотопные методы хронологии геологических процессов. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. 300 с.

Рокосова Н.Н., Рокосов Ю.В., Усков С.И., Бодоев Н.В. Состав и образование гидротермальной нефти (обзор) // Нефтехимия. 2001. Т. 41, № 1. С. 3–16.

Сорохтин О.Г., Леин А.Ю., Баланюк И.Е. Термодинамика океанических гидротермальных систем и абиогенная генерация метана // Океанология. 2001. Т. 41. № 6. С. 898–909.

Фор Г. Основы изотопной геологии. М: Мир, 1989. 590 с.

Холмогоров А.О., Сырбу Н.С., Шакиров Р.Б. Исследование изменчивости концентраций метана в поверхностном слое вод Японского моря в контексте сейсмических событий (по результатам экспедиционных исследований 2017–2018 гг.) // Геодинамика и тектонофизика. Т. 13, №. 3. 0642. doi: 10.5800/GT-2022-13-3-0642

Чувашова И.С., Рассказов С.В., Ясныгина Т.А., Саранина Е.В., Фефелов Н.Н. Голоценовый вулканизм в Центральной Монголии и Северо-Восточном Китае: асинхронное декомпрессионное и флюидное плавление мантии // Вулканология и сейсмология. 2007. № 6. С. 19–45.

Чувашова И.С., Рассказов С.В., Ясныгина Т.А., Саранина Е.В. Радиоизотопные исследования позднекайнозойских вулканических пород Азии и Северной Америки: источники вулканизма глобального, регионального и локального значения // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 3. С. 64–102. doi: 10.26516/2541-9641.2022.3.64

Шакиров Р.Б. Особенности химического и изотопного состава углеводородных газов вулканов Менделеева и Головнина (о. Кунашир) // Геохимия. 2014. № 3. С. 267–279.

Albarède F., Desaulty A.-M., Blichert-Toft J. A geological perspective on the use of Pb isotopes in archaeometry // Archaeometry. 2012. Vol. 54. P. 853–867.

- Alldrick D.J., Godwin C.I., Sinclair A.J. An exploration application for lead isotopes ratios, Stewart Mining Camp, northwestern British Columbia // *Exploration and Mining Geology*. 1993. Vol. 2. P. 121–128.
- Allègre C.J. *Isotope geology*; Second edition. Cambridge University Press, Cambridge, 2008. 512 p.
- Bazhenova K.O., Arefiev A.O., Frolov B.E. Oil of the volcano Uzon caldera, Kamchatka // *Organic Geochemistry*. 1998. Vol. 29. P. 421–428.
- Dickin A.P. *Radiogenic isotope geology*. Second edition. Cambridge University Press, Cambridge, 2005. 492 p.
- DiMarzio J.M., Georgiev S.V., Stein H.J., Hannah J.L. Residency of rhenium and osmium in heavy crude oil // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2018. Vol. 220. P. 180–220. doi: 10.1016/j.gca.2017.09.038
- Doe B.R. *Lead isotopes*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg-New York. 1970. 137 p.
- Dreyfus S., Pécheyran C., Lienemann C.P., Magnier C., Prinzhofer A., Donard O.F.X. Determination of lead isotope ratios in crude oils with Q-ICP/MS // *Journal of Analytic Atomic Spectrometry*. 2007. Vol. 22. P. 351–360.
- Fetter N., Blichert-Toft J., Ludden J., Lepland A., Borque J.S., Greenhalgh E., Garcia B., Edwards D., Tèlouk Ph., Albarède F. Lead isotopes as tracers of crude oil migration within deep crustal fluid systems // *Earth and Planetary Science Letters*. 2019. Vol. 525. P. 115747. doi: 10.1016/j.epsl.2019.115747
- Geyh M.A., Schleicher H. *Absolute age determination*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1990. 503 p.
- Giggenbach W.F. Geothermal solute equilibria: derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1988. Vol. 52. P. 2749–2765.
- Gürgey K., Simoneit B.R.T., Batu Z., Karaman-deresi I.H., Varol B. Origin of petroliferous bitumen from the Büyük Menderes–Gediz geothermal graben system, Denizli – Sarayköy, western Turkey // *Applied Geochemistry*. 2007. Vol. 22. P. 1393–1415. doi: 10.1016/j.apgeochem.2007.01.006
- Hart S.R., Gaetani G.A. Mantle Pb paradoxes: the sulfide solution // *Contribution to mineralogy and petrology*. 2006. Vol. 152. P. 295–308 doi: 10.1007/s00410-006-0108-1
- Hemming S.R., McLennan S.M. Pb isotope compositions of modern deep sea turbidites // *Earth and Planetary Science Letters*. 2001. Vol. 184. P. 489–503.
- Hurst R.W. Lead isotopes as age-sensitive, genetic markers in hydrocarbons: 2. Kerogens, crude oils, and unleaded gasoline // *Environmental Geosciences*. 2002. Vol. 9. P. 1–7.
- Hurtig N.C., Georgiev S.V., Stein H.J., Hannah J.L. Re-Os systematics in petroleum during water-oil interaction: The effects of oil chemistry // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2019. Vol. 247. P. 142–161. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2018.12.021>
- Jackson M.G., Becker T.W., Konter J.G. Evidence for a deep mantle source for EM and HIMU domains from integrated geochemical and geophysical constraints // *Earth and Planetary Science Letters*. 2018. V. 484. P. 154–167.
- Kiyosu Y., Asada N. Light hydrocarbons in volcanic gases from Japanese island Arc // *Geochemical Journal*. 1995. Vol. 29. P. 231–242.
- Kvenvolden K.A., Simoneit B.R.T. Hydrothermally derived petroleum: examples from Guaymas Basin, Gulf of California, and Escanaba Through, Northeast Pacific Ocean // *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 1990. Vol. 74. P. 223–237.
- Lewan M.D. Experiments on the role of water in petroleum formation // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1997. Vol. 61, No. 17, P. 3691–3723.
- Lustrino M., Wilson M. The circum-Mediterranean anorogenic Cenozoic igneous province // *Earth-Science Reviews*. 2007. Vol. 81 P. 1–65. doi: 10.1016/j.earscirev.2006.09.002
- Maczyński A., Wiśniewska-Gocłowska B., Góral M. Recommended liquid–liquid equilibrium data, part 1: binary alkane–water systems // *Journal of Physical and Chemical Reference Data*. 2004. Vol. 33. P. 549–577.
- Mahdaoui F., Reisberg L., Michels R., Hautevelles Y., Poirier Y., Girard J.-P. Effect of the progressive precipitation of petroleum asphaltene on the Re-Os radioisotope system // *Chemical Geology*. 2013. Vol. 358. P. 90–100.
- Ortega G.S., Pécheyran Ch., Bérail S., Donard O.F.X. A fit-for purpose procedure for lead isotopic ratio determination in crude oil, asphaltene and kerogen samples by MC-ICPMS // *Journal of Analytic Atomic Spectrometry*. 2012. Vol. 27. P. 1447–1456. doi: 10.1039/c2ja30143a
- Paradis, S.; Hannigan, P.; Dewing, K. Mississippi Valley-type lead-zinc deposits // *Geol. Assoc. Can.*

Miner. Depos. Div. Spec. Publ. 2007. Vol. 5. P. 185–203.

Parnell J., Swainbank I. Pb-Pb dating of hydrocarbon migration into a bitumen-bearing ore deposit, North Wales // *Geology*. 1990. Vol. 18, No. 10. P. 1028–1030.

Paul D., White W.M., Turcotte D.L. Modelling the isotopic evolution of the Earth // *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2002. Vol. 360, No. 1800. P. 2433–2474. doi: 10.1098/rsta.2002.1076

Rasskazov S.V., Brandt S.B., Brandt I.S. Radiogenic isotopes in geologic processes. Springer, 2010. 306 p.

Rasskazov S., Chuvashova I., Yasnygina T., Saranina E. Mantle evolution of Asia inferred from Pb isotopic signatures of sources for Late Phanerozoic volcanic rocks // *Minerals* 2020. Vol. 10, No. 9. P. 739; doi:10.3390/min10090739

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Yasnygina T.A., Saranina E.V. Late Cenozoic high and low temperature magma generation from primordial and age-modified mantle materials beneath Dariganga in Southeast Mongolia: Factors of mantle degassing and adiabatic upwelling // *Geosystems and Geoenvironment*. 2024. Vol. 3, No. 1. 100295. doi: 10.1016/j.geogeo.2024.100295

Saintilan N.J., Spangenberg J.E., Chiaradia M., Chelle-Michou C., Stephens M.B., Fontboté L. Petroleum as source and carrier of metals in epigenetic sediment-hosted mineralization // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 8283. doi.org/10.1038/s41598-019-44770-7

Selby D., Creaser R.A., Dewing K., Fowler M.G. Evaluation of bitumen as a  $^{187}\text{Re}$ – $^{187}\text{Os}$  geochronometer for hydrocarbon maturation and migration: A test case from the Polaris MVT deposit, Canada // *Earth and Planetary Science Letters*. 2005. Vol. 235. P. 1–15.

Selby D., Creaser R.A., Fowler M.G. Re–Os elemental and isotopic systematics in crude oils // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2007. Vol. 71. P. 378–386.

Simoneit B.R.T. Hydrothermal petroleum: genesis, migration, and deposition in Guaymas Basin, Gulf of California // *Can. J. Earth Sci.* 1985. Vol. 22. P. 1919–1929.

Simoneit B.R.T., Lonsdale P.F. Hydrothermal petroleum in mineralized mounds at the seabed of

Guaymas Basin // *Nature*. 1982. Vol. 295. P. 198–202.

Smith P.E., Farquhar R.M. Direct dating of Phanerozoic sediments by the  $^{238}\text{U}$ – $^{206}\text{Pb}$  method // *Nature*. 1989. Vol. 341. P. 518–521.

Stacey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // *Earth and Planetary Science Letters*. 1975. Vol. 26. P. 207–221.

Staudigel H., Park K.H., Pringle M., Rubenstone J.L., Smith W.H.F., Zindler A. The longevity of the South Pacific isotopic and thermal anomaly // *Earth and Planetary Science Letters*. 1991. Vol. 102. P. 24–44.

Syrbu N.S., Shakirov R.B., Anh Le Duc, Kholmogorov A.O., Iakimov T.S., Kalgin V.Yu. Formation of abnormal gas-geochemical fields of methane, helium, and hydrogen in Northern Vietnam and its coastal and adjacent water areas // *Lithology and Mineral Resources*. 2020. Vol. 55, No. 6. P. 512–527. doi: 10.1134/S0024490220060097

Thomas C.P., Walter B., Doughty T.C., Hite D.M. Alaska North Slope oil and gas a promising future or an area in decline? // DOE/NETL-2009/1385 Addendum Report, 2009. 112 p.

Ventura G.T., Gall L., Siebert C., Prytulak J., Szatmari P., Hürlimann M., Halliday A.N. The stable isotope composition of vanadium, nickel, and molybdenum in crude oils // *Applied Geochemistry*. 2015. Vol. 59. P. 104–117.

Vervoort J.D., White W.M., Thorpe R.I., Franklin J.M. Postmagmatic thermal activity in the Abitibi Greenstone Belt, Noranda and Matagami Districts: evidence from whole rock Pb isotope data // *Economic Geology*. 1993. Vol. 88. P. 1598–1614.

White W.M. Isotope geochemistry. Wiley Blackwell, 2015. 495 p.

Yuan M-W., Li L., Li S-R., Santosh M., Li C-L., Alam M., Hou Z-Q. Bitumen Sm-Nd, pyrite Rb-Sr and zircon U-Pb isotopes constrain timing of ore formation and hydrocarbon deposition in the Erdaokan Ag-Pb-Zn deposit, NE China // *Ore Geology Reviews*. 2021. Vol. 134. P. 104161. doi: 10.1016/j.oregeorev.2021.104161

Zartman R.E., Doe B.R. Plumbotectonics – the model // *Tectonophysics*. 1981. Vol. 75. P. 135–162.

Zhang J., Zhu B., Cheng Y., Tu X., Chao Zh., Zhang Ch., Xiao Q., Li J., Piao M. Pb, Sr isotopes in organic matter of Lower Tertiary hydrocarbon source



rocks in Liaohe Fault Depression // *Chinese Science Bulletin*. 1999. Vol. 44, No. 23. P. 2192–2196.

Zhu B.-Q., Zhang J.-L., Tu X.-L., Chang X.-Y., Fan C.-Y., Liu Y., Liu J.-Y. Pb, Sr, and Nd isotopic features in organic matter from China and their implications for petroleum generation and migration // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2001. Vol. 65, No. 15. P. 2555–2570.

Zindler A., Hart S.R. Chemical geodynamics // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 1986. Vol. 14. P. 493–571.

## References

Albarède F., Desaulty A.-M., Blichert-Toft J. A geological perspective on the use of Pb isotopes in archaeometry // *Archaeometry*. 2012. Vol. 54. P. 853–867.

Alldrick D.J., Godwin C.I., Sinclair A.J. An exploration application for lead isotopes ratios, Stewart Mining Camp, northwestern British Columbia // *Exploration and Mining Geology*. 1993. Vol. 2. P. 121–128.

Allègre C.J. *Isotope geology*; Second edition. Cambridge University Press, Cambridge, 2008. 512 p.

Bazhenova K.O., Arefiev A.O., Frolov B.E. Oil of the volcano Uzon caldera, Kamchatka // *Org. Geochem*. 1998. Vol. 29. P. 421–428.

Bazhenova O.K., Burlin Yu.K., Sokolov B.A., Khain V.E. *Geology and geochemistry of oil and gas*. Moscow: MSU Publ., 2012. 432 p. (In Russ.)

Chuvashova I.S., Rasskazov S.V., Yasnygina T.A., Saranina E.V., Fefilov N.N. Holocene volcanism in Central Mongolia and Northeast China: Asynchronous decompressional and fluid melting of the mantle // *Journal of Volcanology and Seismology*. 2007. Vol. 1, No. 6. P. 372–396. doi: 10.1134/S0742046307060024

Chuvashova I.S., Rasskazov S.V., Yasnygina T.A., Saranina E.V. Radiogenic isotope studies of Late Cenozoic volcanic rocks from Asia and North America: Sources of volcanism of global, regional, and local significance // *Geology and Environment*. 2022. Vol. 2, No. 3. P. 64–102. doi: 10.26516/2541-9641.2022.3.64 (In Russ.)

Dickin A.P. *Radiogenic isotope geology*. Second edition. Cambridge University Press, Cambridge, 2005. 492 p.

DiMarzio J.M., Georgiev S.V., Stein H.J., Hannah J.L. Residency of rhenium and osmium in heavy crude oil // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2018.

Vol. 220. P. 180–220. doi: 10.1016/j.gca.2017.09.038

Dobretsov N.L., Lazareva E.V., Zhmodik S.M., Bryanskaya A.V., Morozova V.V., Tikunova N.V., Peltek S.E., Karpov G.A., Taran O.P., Ogorodnikova O.L., Kirichenko I.S., Rozanov A.S., Babkin I.V., Shuvaeva O.V., Chebykin E.P. Geological, hydrogeochemical, and microbiological characteristics of the Oil site of the Uzon caldera (Kamchatka) // *Russian Geology and Geophysics*. 2015. Vol. 56, No. 1. P. 39–63. doi: 10.1016/j.rgg.2015.01.003

Doe B.R. *Lead isotopes*. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York. 1970. 137 p.

Dreyfus S., Pécheyran C., Lienemann C.P., Magnier C., Prinzhofer A., Donard O.F.X. Determination of lead isotope ratios in crude oils with Q-ICP/MS // *Journal of Analytic Atomic Spectrometry*. 2007. Vol. 22. P. 351–360.

Faure G. *Principles of isotope geology*. New York: John Wiley&Suns, 1986.

Fetter N., Blichert-Toft J., Ludden J., Lepland A., Borque J.S., Greenhalgh E., Garcia B., Edwards D., Tèlouk Ph., Albarède F. Lead isotopes as tracers of crude oil migration within deep crustal fluid systems // *Earth and Planetary Science Letters*. 2019. Vol. 525. P. 115747. doi: 10.1016/j.epsl.2019.115747

Germanov A.I. Geochemical significance of organic matter in the hydrothermal process // *Geochemistry*. 1965. No. 7. P. 834–843.

Geyh M.A., Schleicher H. *Absolute age determination*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1990. 503 p.

Giggenbach W.F. Geothermal solute equilibria: derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1988. Vol. 52. P. 2749–2765.

Gottikh R.P., Pisotsky B.I., Zhuravlev D.Z. Geochemical features of rocks, bitumens, and oils from some oil- and gas-bearing provinces: Evidence from Nd and Sr isotope ratios // *Doklady Earth Sciences*. 2000. Vol. 375. P. 1297–1300.

Gottikh R.P., Pisotsky B.I., Pushkarev Yu.D. Possibility of using U-Th-Pb and Pb-Pb systems for studying naphthides // *Proceedings of the 5th Russian Conference on Isotope Geochronology “Geochronometric isotope systems, methods of their study, chronology of geological processes”*, June 4–6, 2012. Moscow: IGEM RAS. P. 112–114.

Gottikh R.P., Pisotsky B.I., Nurgaliev D.K., Zhuravlev D.Z. Some genetic aspects of the formation of the Romashkino oil field and its satellites // *Domestic geology*. 2005. No. 3. P. 3–11.

- Gürgey K., Simoneit B.R.T., Batı Z., Karaman-deresi I.H., Varol B. Origin of petroliferous bitumen from the Büyük Menderes–Gediz geothermal graben system, Denizli – Sarayköy, western Turkey // *Applied Geochemistry*. 2007. Vol. 22. P. 1393–1415. doi: 10.1016/j.apgeochem.2007.01.006
- Hart S.R., Gaetani G.A. Mantle Pb paradoxes: the sulfide solution // *Contribution to mineralogy and petrology*. 2006. Vol. 152. P. 295–308 doi: 10.1007/s00410-006-0108-1
- Hemming S.R., McLennan S.M. Pb isotope compositions of modern deep sea turbidites // *Earth and Planetary Science Letters*. 2001. Vol. 184. P. 489–503.
- Hurst R.W. Lead isotopes as age-sensitive, genetic markers in hydrocarbons: 2. Kerogens, crude oils, and unleaded gasoline // *Environmental Geosciences*. 2002. Vol. 9. P. 1–7.
- Hurtig N.C., Georgiev S.V., Stein H.J., Hannah J.L. Re-Os systematics in petroleum during water-oil interaction: The effects of oil chemistry // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2019. Vol. 247. P. 142–161. doi: 10.1016/j.gca.2018.12.021
- Jackson M.G., Becker T.W., Konter J.G. Evidence for a deep mantle source for EM and HIMU domains from integrated geochemical and geophysical constraints // *Earth and Planetary Science Letters*. 2018. Vol. 484. P. 154–167.
- Kiyosu Y., Asada N. Light hydrocarbons in volcanic gases from Japanese island Arc // *Geochemical Journal*. 1995. Vol. 29. P. 231–242.
- Kholmogorov A.O., Syrbu N.S., Shakirov R.B. Study of methane concentration variability in the surface layer of the Sea of Japan in the context of seismic events (Based on the results of expedition studies in 2017–2018) // *Geodynamics & Tectonophysics*. 2022. Vol. 13, No. 3, 0642. doi: 10.5800/GT-2022-13-3-0642
- Ksanfomality L. The Huygens Expedition to Titan, Saturn's Satellite // *Science and Life*. 2005. No. 3. <https://www.nkj.ru/archive/articles/827/>
- Kvenvolden K.A., Simoneit B.R.T. Hydrothermally derived petroleum: examples from Guaymas Basin, Gulf of California, and Escanaba Through, Northeast Pacific Ocean // *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 1990. Vol. 74. P. 223–237.
- Lewan M.D. Experiments on the role of water in petroleum formation // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1997. Vol. 61, No. 17, P. 3691–3723.
- Lustrino M., Wilson M. The circum-Mediterranean anorogenic Cenozoic igneous province // *Earth Science Reviews*. 2007. Vol. 81 P. 1–65. doi: 10.1016/j.earscirev.2006.09.002
- Maczyński A., Wiśniewska-Goćłowska B., Góral M. Recommended liquid–liquid equilibrium data, part 1: binary alkane–water systems // *Journal of Physical and Chemical Reference Data*. 2004. Vol. 33. P. 549–577.
- Mahdaoui F., Reisberg L., Michels R., Hautevelles Y., Poirier Y., Girard J.-P. Effect of the progressive precipitation of petroleum asphaltene on the Re-Os radioisotope system // *Chemical Geology*. 2013. Vol. 358. P. 90–100.
- Mongush A.R., Bokareva A.A., Podlinov A.N., Prokopchik V.V., Ritter V.S., Maksimov N.M., Kalinin V.S., Zaripov M.S., Dambaev S.A., Kovalenko S.N., Yasnygina T.A., Chuvashova I.S., Saranina E.V., Rasskazov S.V. Similarities and differences in the composition of Middle Jurassic and Lower Pliocene sediments on the northwestern shore of Lake Baikal: Assessment of the contribution of clastic material from the Primorsky Range to the alluvium in the middle part of the Pra-Manzurka valley // *Geology and Environment*. 2023. Vol. 3, No. 4. P. 51–81. <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2023.4.51>
- Oliferovsky R.V., Sedunova E.A., Shametova I.B., Bashkirtsev A.V., Danilin D.A., Mongush A.R., Kovalenko S.N., Yasnygina T.A., Chuvashova I.S., Saranina E.V., Rasskazov S.V. Source of trachydacite-rhyolite pebbles of Middle Jurassic conglomerates on the northwestern shore of Lake Baikal: comparison of the pebbles with rocks of Upper Paleozoic and Mesozoic igneous complexes from Transbaikalia // *Geology and Environment*. 2022. Vol. 2, No. 4. P. 53–79. doi: 10.26516/2541-9641.2022.4.53 (In Russ.)
- Ortega G.S., Pécheyran Ch., Bérail S., Donard O.F.X. A fit-for purpose procedure for lead isotopic ratio determination in crude oil, asphaltene and kerosene samples by MC-ICPMS // *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2012. Vol. 27. P. 1447–1456. doi: 10.1039/c2ja30143a
- Paradis, S.; Hannigan, P.; Dewing, K. Mississippi Valley-type lead-zinc deposits // *Geol. Assoc. Can. Miner. Depos. Div. Spec. Publ.* 2007. Vol. 5. P. 185–203.
- Parnell J., Swainbank I. Pb-Pb dating of hydrocarbon migration into a bitumen-bearing ore deposit, North Wales // *Geology*. 1990. Vol. 18, No. 10. P. 1028–1030.

- Paul D., White W.M., Turcotte D.L. Modelling the isotopic evolution of the Earth // *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2002. Vol. 360, No. 1800. P. 2433–2474. doi: 10.1098/rsta.2002.1076
- Rasskazov S.V., Brandt S.B., Brandt I.S. Radiogenic isotopes in geologic processes. Springer, 2010. 306 p.
- Rasskazov S.V., Chuvashova I.S. Radiogenic isotope methods for chronology of geological processes. Irkutsk: Irkutsk State University Publ., 2012. 300 p.
- Rasskazov S., Chuvashova I., Yasnygina T., Saranina E. Mantle evolution of Asia inferred from Pb isotopic signatures of sources for Late Phanerozoic volcanic rocks // *Minerals* 2020. Vol. 10, No. 9. P. 739. doi: 10.3390/min10090739
- Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Yasnygina T.A., Saranina E.V. Late Cenozoic high and low temperature magma generation from primordial and age-modified mantle materials beneath Dariganga in Southeast Mongolia: Factors of mantle degassing and adiabatic upwelling // *Geosystems and Geoenvironment*. 2024. Vol. 3, No. 1. 100295. doi: 10.1016/j.geogeo.2024.100295
- Rokosova N.N., Rokosov Yu.V., Uskov S.I., Bodoev N.V. Composition and formation of hydrothermal oil (review) // *Petroleum Chemistry*. 2001. Vol. 41, No. 1. P. 3–16.
- Saintilan N.J., Spangenberg J.E., Chiaradia M., Chelle-Michou C., Stephens M.B., Fontboté L. Petroleum as source and carrier of metals in epigenetic sediment-hosted mineralization // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 8283. doi: 10.1038/s41598-019-44770-7
- Selby D., Creaser R.A., Dewing K., Fowler M.G. Evaluation of bitumen as a  $^{187}\text{Re}$ – $^{187}\text{Os}$  geochronometer for hydrocarbon maturation and migration: A test case from the Polaris MVT deposit, Canada // *Earth and Planetary Science Letters*. 2005. Vol. 235. P. 1–15.
- Selby D., Creaser R.A., Fowler M.G. Re–Os elemental and isotopic systematics in crude oils // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2007. Vol. 71. P. 378–386.
- Shakirov R.B. Chemical and isotopic characteristics of hydrocarbon gases from Mendeleev and Golovnin volcanoes, Kunashir Island // *Geochemistry International*. 2014. Vol. 52. P. 247–259. doi: 10.1134/S0016702914010066
- Simoneit B.R.T. Hydrothermal petroleum: genesis, migration, and deposition in Guaymas Basin, Gulf of California // *Can. J. Earth Sci.* 1985. Vol. 22. P. 1919–1929.
- Simoneit B.R.T., Lonsdale P.F. Hydrothermal petroleum in mineralized mounds at the seabed of Guaymas Basin // *Nature*. 1982. Vol. 295. P. 198–202.
- Smith P.E., Farquhar R.M. Direct dating of Phanerozoic sediments by the  $^{238}\text{U}$ – $^{206}\text{Pb}$  method // *Nature*. 1989. Vol. 341. P. 518–521.
- Sorokhtin O.G., Lein A.Yu., Balanyuk I.E. Thermodynamics of oceanic hydrothermal systems and abiogenic methane generation // *Oceanology*. 2001. Vol. 41. No. 6. P. 861–872.
- Stasey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // *Earth and Planetary Science Letters*. 1975. Vol. 26. P. 207–221.
- Staudigel H., Park K.H., Pringle M., Rubenstone J.L., Smith W.H.F., Zindler A. The longevity of the South Pacific isotopic and thermal anomaly // *Earth and Planetary Science Letters*. 1991. Vol. 102. P. 24–44.
- Syrbu N.S., Shakirov R.B., Anh Le Duc, Kholmogorov A.O., Iakimov T.S., Kalgin V.Yu. Formation of abnormal gas-geochemical fields of methane, helium, and hydrogen in Northern Vietnam and its coastal and adjacent water areas // *Lithology and Mineral Resources*. 2020. Vol. 55, No. 6. P. 512–527. doi: 10.1134/S0024490220060097
- Thomas C.P., Walter B., Doughty T.C., Hite D.M. Alaska North Slope oil and gas a promising future or an area in decline? // DOE/NETL-2009/1385 Addendum Report, 2009. 112 p.
- Ventura G.T., Gall L., Siebert C., Prytulak J., Szatmari P., Hürlimann M., Halliday A.N. The stable isotope composition of vanadium, nickel, and molybdenum in crude oils // *Applied Geochemistry*. 2015. Vol. 59. P. 104–117.
- Vervoort J.D., White W.M., Thorpe R.I., Franklin J.M. Postmagmatic thermal activity in the Abitibi Greenstone Belt, Noranda and Matagami Districts: evidence from whole rock Pb isotope data // *Economic Geology*. 1993. Vol. 88. P. 1598–1614.
- White W.M. Isotope geochemistry. Wiley Blackwell, 2015. 495 p.
- Yuan M-W., Li L., Li S-R., Santosh M., Li C-L., Alam M., Hou Z-Q. Bitumen Sm-Nd, pyrite Rb-Sr and zircon U-Pb isotopes constrain timing of ore formation and hydrocarbon deposition in the Erdaokan Ag-Pb-Zn deposit, NE China // *Ore Geology*

Reviews. 2021. Vol. 134. P. 104161. doi: 10.1016/j.oregeorev.2021.104161

Zartman R.E., Doe B.R. Plumbotectonics – the model // *Tectonophysics*. 1981. Vol. 75. P. 135–162.

Zhang J., Zhu B., Cheng Y., Tu X., Chao Zh., Zhang Ch., Xiao Q., Li J., Piao M. Pb, Sr isotopes in organic matter of Lower Tertiary hydrocarbon source rocks in Liaohe Fault Depression // *Chinese Science Bulletin*. 1999. Vol. 44, No. 23. P. 2192–2196.

Zhu B.-Q., Zhang J.-L., Tu X.-L., Chang X.-Y., Fan C.-Y., Liu Y., Liu J.-Y. Pb, Sr, and Nd isotopic features in organic matter from China and their

implications for petroleum generation and migration // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2001. Vol. 65, No. 15. P. 2555–2570.

Zindler A., Hart S.R. Chemical geodynamics // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 1986. Vol. 14. P. 493–571.

Zubkov V.S. Tendencies in the distribution and hypotheses of the genesis of condensed naphthides in magmatic rocks from various geodynamic environments // *Geochemistry International*. 2009. Vol. 47. P. 741–757. doi: 10.1134/S0016702909080011

**Рассказов Сергей Васильевич,**

доктор геолого-минералогических наук, профессор,

664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

Иркутский государственный университет, геологический факультет,

заведующий кафедрой динамической геологии,

664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,

Институт земной коры СО РАН,

заведующий лабораторией изотопии и геохронологии,

тел.: (3952) 51–16–59,

email: rassk@crust.irk.ru.

**Rasskazov Sergei Vasilievich,**

doctor of geological and mineralogical sciences, professor,

664025, Irkutsk, Lenin st., 3,

Irkutsk State University, Faculty of Geology,

Head of Dynamic Geology Char,

664033, Irkutsk, Lermontov st., 128,

Institute of the Earth's Crust SB RAS,

Head of Laboratory for Isotopic and Geochronological Studies,

tel.: (3952) 51–16–59,

email: rassk@crust.irk.ru.

**Ясныгина Татьяна Александровна,**

кандидат геолого-минералогических наук,

664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,

Институт земной коры СО РАН,

старший научный сотрудник,

тел.: (3952) 51–16–59,

email: ty@crust.irk.ru.

**Yasnygina Tatyana Alexandrovna**

candidate of geological and mineralogical sciences,

664033, Irkutsk, st. Lermontova, 128,

Institute of the Earth's Crust SB RAS,

Senior Researcher,

tel.: (3952) 51–16–59,

email: ty@crust.irk.ru.

**Чувашова Ирина Сергеевна,**

кандидат геолого-минералогических наук,

664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,

Институт земной коры СО РАН,

старший научный сотрудник,

тел.: (3952) 51–16–59,

email: chuvashova@crust.irk.ru.

**Chuvashova Irina Sergeevna,**

candidate of geological and mineralogical sciences,

Senior Researcher,

664033, Irkutsk, Lermontov st., 128,

Institute of the Earth's Crust SB RAS,

Senior Researcher,

tel.: (3952) 51–16–59,

email: chuvashova@crust.irk.ru.

**Колотилина Карина Владимировна,**

664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

Иркутский государственный университет, геологический факультет,

магистрант второго курса,

email: Karinavladimirovna60@gmail.com.

**Kolotilina Karina Vladimirovna,**

664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,

Irkutsk State University, Faculty of Geology,

second year master's student,

email: Karinavladimirovna60@gmail.com.

**Куроленко Анатолий Александрович,**

664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

Иркутский государственный университет, геологический факультет,

магистрант второго курса,

email: KUrolenko.01@mail.ru.

**Kurolenko Anatoly Alexandrovich,**

664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,

Irkutsk State University, Faculty of Geology,

second year master's student,

email: KUrolenko.01@mail.ru.



**Носкова Татьяна Васильевна,**  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
магистрант второго курса,  
email: t.noskova141@gmail.com.  
**Noskova Tatyana Vasilievna,**  
664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
second year master's student,  
email: t.noskova141@gmail.com.

**Тукалова Виктория Олеговна,**  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
магистрант второго курса,  
**Tukalova Victoria Olegovna,**  
664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
second year master's student.

**Опенышев Артем Петрович,**  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
магистрант второго курса,  
email: openyshev.artem@mail.ru.  
**Openyshev Artem Petrovich,**  
664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,

second year master's student,  
email: openyshev.artem@mail.ru.

**Хромова Софья Михайловна,**  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
магистрант второго курса,  
email: Us1999@icloud.com.  
**Khromova Sofya Mikhailovna,**  
664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
second year master's student,  
email: Us1999@icloud.com.

**Парфенов Даниил Игоревич,**  
664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
студент второго курса бакалавриата,  
email: parff0315@mail.ru.  
**Parfenov Daniil Igorevich,**  
664025, Irkutsk, st. Lenina, 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
second year undergraduate student,  
email: parff0315@mail.ru.

## Правила для авторов

В журнале «Геология и окружающая среда» публикуются материалы научно-образовательного направления, отражающие теоретические, методические и практические результаты научной деятельности молодых и зрелых геологов и географов — научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, студентов магистерской и бакалаврской подготовки. Кроме научных статей, в журнале помещаются рецензии и отзывы на монографии, учебники, учебные пособия, сборники научных трудов. Важное место отводится тематическим обзорам и событиям научно-учебной деятельности вузов по профилю издания. Важной задачей журнала является опубликование научных статей (в авторстве или соавторстве) студентов, аспирантов и молодых научных сотрудников.

Ответственность за достоверность изложения фактов в публикуемых материалах, плагиат (вольный или невольный) несут авторы. Все заимствованные в рукописи элементы (графика, текст, первичные данные) должны обязательно сопровождаться соответствующими корректными ссылками или разрешением правообладателя.

Мнение редколлегии может не совпадать с мнением авторов. Журнал является рецензируемым. Опубликование рукописей бесплатное. Гонорар авторам не выплачивается.

Рукописи статей присылаются на электронные адреса редакции или ответственного секретаря: [kaf-dinamgeol@mail.ru](mailto:kaf-dinamgeol@mail.ru) или [igrug@mail.ru](mailto:igrug@mail.ru). Работа должна быть полностью подготовлена для печати. Редакция оставляет за собой право вносить правки по согласованию с авторами. Приемка работ в рукописном или бумажном виде, требующем технического оформления, возможна за дополнительную плату с заключением договора.

Максимальный объем научной статьи — 1.5 печатных листа или 24 страницы с нижеследующими параметрами. На первой странице указывается УДК, далее на русском и английском языках приводятся: название статьи; инициалы и фамилия авторов, название учреждения; аннотация и ключевые слова. Аннотация должна содержать 150–200 слов, количество ключевых слов — не более 8.

Шрифт основного текста — Times New Roman, размер 14, межстрочный интервал 1, поля по 2.5 см.

Цитаты необходимо выделять курсивным шрифтом. Представлять работы необходимо в формате текстового редактора Word или RTF. Более подробная информация об авторах дается в конце статьи (см. примеры в последнем выпуске).

В тексте статьи не допускаются сокращения (кроме стандартных); сокращенные названия поясняются при первом упоминании; все местные географические названия должны быть проверены. Применяется международная система единиц измерения СИ. В расчетных работах необходимо указывать авторов используемых программ.

Не допускается использовать при наборе:

- более одного пробела;
- формирование красной строки с помощью пробелов;
- автонумерацию (нумерованные и маркированные списки) в главах и абзацах;
- принудительные переносы.

Вставленные в работу рисунки должны дублироваться отдельными файлами в графических форматах: .jpg, .crt и .cdr с разрешением не менее 300 dpi. Их размер должен быть не менее 8 см по ширине, а максимальный размер не должен превышать 17x24.5 см. Количество рисунков в статье не должно превышать 10. Рисунки должны иметь все необходимые обозначения и подписи.

Ссылки на рисунки приводятся в круглых скобках в формате: (рис. 1) или (рис. 1, 2) или (рис. 1–4).

Если рисунок единственный в статье, то он не нумеруется, а слово «рис.» в подписи к нему не пишется. Ссылка на него — рисунок.

При представлении материалов по конкретным объектам, статья должна содержать обзорную карту или схему, на которой показан район исследований. На картах необходимо указывать географические координаты, а на рисунках — ориентировку и линейный масштаб. Обозначения сторон света, широт и долгот должны быть указаны на русском языке.

Вставленные в работу таблицы книжного формата, должны иметь ширину не более 16.5 см, альбомного — 24.5 см; табличный шрифт Times New Roman, размер 11, межстрочный интервал 1, иметь сквозную порядковую нумерацию в пределах статьи, ссылки на таблицы приводятся в круглых скобках в формате: (табл. 1) или (табл. 1, 2) или (табл. 1–4). Если таблица единственная в статье, то она не нумеруется, а слово «Таблица» в названии не пишется. Ссылка на нее — таблица.

Перед тем, как вставить в статью диаграммы Excel и Word, их необходимо преобразовывать в рисунки формата .jpg. Формулы и уравнения, на которые в статье делаются ссылки, следует печатать с красной строки. В формулах между знаками ставятся пробелы.

Длинные формулы необходимо разбить на несколько строк (с учетом печати текста в две колонки). Перенос в формулах допускается делать в первую очередь на знаках соотношений, во вторую очередь — на многоточии, на знаках сложения и вычитания, в последнюю — на знаке умножения в виде косоугольного креста. Перенос на знаке деления не допускается. Математический знак, на котором разрывается формула при переносе, должен быть повторен в начале следующей строки.

Формулы и уравнения нумеруются в порядке следования по тексту статьи с правой стороны. Ссылки в тексте на формулу или уравнение обозначаются числом в круглых скобках: (1), (2), (3).

В журнале принято использование разделительного знака точки. Следует избегать смешанного употребления русских и латинских символов в одной статье. Все греческие и специальные символы печатаются через опции «Вставка» и «Символ».

Статью желательно разбивать на разделы, отражающие ее содержание. Допускаются следующие стандартные рубрики статьи: «Введение», «Исходные данные», «Методы исследования», «Результаты исследования», «Обсуждение результатов», «Выводы», «Заключение»; можно ввести раздел «Результаты и их обсуждение». Другие необходимые автору рубрики помещаются в начале соответствующего абзаца. Если работа выполнена при поддержке какого-либо гранта или технической поддержке преподавателя или аналитика, то эта информация приводится в конце статьи с рубрикой «Благодарности».

В конце рукописи необходим список использованной и цитируемой литературы, оформленный в соответствии с правилами библиографического описания литературных источников под заголовком «Литература» в алфавитном порядке: сначала русские работы, затем иностранные. Русские источники переводятся на английский язык и помещаются в конце списка под названием «Перевод на английский язык».

При ссылках на литературу в тексте работы приводятся фамилия автора с инициалами (двух авторов или первого автора в сочетании с «и др.», если количество авторов три и более) и год публикации в круглых скобках, например: «как сообщает А.И. Петров (2016)». Если автор публикации в тексте не указывается, то ссылка должна иметь следующий вид: «по данным (Петров, 2016) это...». Ссылки на публикации одного и того же автора, относящиеся к одному году, обозначаются буквенными индексами: (Петров, 2016а, 2016б, 2016в). При ссылке на работы двух и более авторов фамилии указываются в годично-алфавитном порядке: (Белов и др., 2017; Сидоров, 2016; Natton, 2014; Peyerl et al., 2018) (см. примеры в статьях последнего номера журнала).

В списке литературы работы не нумеруются, инициалы имен и отчеств пробелом не отделяются. Каждая работа должна занимать отдельный абзац.

Пример:

Федонкин М.А. Две летописи жизни: опыт сопоставления (палеобиология и геномика о ранних этапах эволюции биосферы) // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар : Геопринт, 2016. С. 331–350.

Марков А.В., Куликов А.М. Происхождение эукариот как результат интеграционных процессов в микробном сообществе // Доклад в Институте биологии развития 29 января, 2019. Режим доступа: [http://evolbiol.ru/dok\\_ibr2009.htm](http://evolbiol.ru/dok_ibr2009.htm). (дата обращения: 23.10.2023). Допускаются ссылки на открытые отчеты геологических фондов.

Требуется акт экспертизы и официальное направление от организации на опубликование статьи в журнале Геология и окружающая среда на бланке организации (в электронном виде в формате JPEG). Ссылки на неопубликованные материалы других авторов и организаций не допускаются.

На отдельной странице в редакцию присылается авторская справка, содержащая фамилию, имя, отчество, ученую степень, звание, должность, место работы, почтовый адрес, телефон, факс и адрес электронной почты каждого автора. Необходимо указать фамилию автора, ответственного за прохождение статьи в редакции. Желательно указать трех специалистов, работающих по тематике статьи, как возможных рецензентов. Решение по вопросам рецензирования рукописей принимаются редколлегией.

Рукописи, оформленные без соблюдения настоящих правил, редколлегией журнала не рассматриваются.

Почтовый адрес редакции: 664025, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 3, Геологический факультет Иркутского государственного университета.

Электронный адрес редакции: [kaf-dinamgeol@mail.ru](mailto:kaf-dinamgeol@mail.ru).

Полнотекстовые электронные точные копии журнала и статей в формате .PDF публикуются по адресу: <http://geoenvir.ru>.

*Редколлегия журнала*