© Новигатский А. Н., Шевченко В. П., Саввичев А. С., Смирнов И. А., 2026, Океанологические исследования, 2026, Том 54, № 2, С. 155–187

УДК 551.1 DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2026.54(2).9

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИХ И СТУДЕНЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОЕКТНЫХ РАБОТ В ИНСТИТУТЕ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П. П. ШИРШОВА РАН

А. Н. Новигатский[1], В. П. Шевченко[1], А. С. Саввичев[2], И. А. Смирнов[3]

[1] Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН,
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36,
e-mail: novigatsky@ocean.ru, vshevch@ocean.ru;
[2] Институт микробиологии им. С. Н. Виноградского, ФИЦ Биотехнологии РАН,
Россия, 117312, Москва, просп. 60-летия Октября, д. 7 корп. 2,
e-mail: savvichev@mail.ru;
[3] АНОО Гимназия Святителя Василия Великого,
Россия, 141006, Московская обл., Зайцево, Кокошкинское шоссе, д. 1,
e-mail: Smirnov_ia@vasiliada.ru

В статье изложен более чем двадцатилетний положительный опыт работы некоторых ученых ИО РАН со школьниками, лицеистами и студентами ведущих учебных заведений Москвы над исследовательскими и проектными работами, что позволяет существенно повысить уровень подготовки кадров для разных сфер общественного производства, включая саму науку.

Ключевые слова: студенческие и детско-юношеские исследовательские работы, геологическое воспитание, седиментология, морская геология, научно-исследовательский институт, Арктика, Антарктика

Введение

Научно-исследовательский институт (НИИ) в России является одним из ключевых элементов производства научного знания, тем местом, где работают настоящие ученые, связавшие с наукой всю жизнь. В институциональном порядке НИИ реализует ряд важных функций. Первая из них заключена в производстве истинного знания в рамках верифицируемых процедур с применением традиционных для науки методов. Вторая – в воспроизводстве сообщества как совокупности людей, разделяющих ценности науки. Третья функция института в том, чтобы взаимодействовать с социумом, донося до него суть научных достижений (Наука…, 2023; Черныш, 2025). Необходимость интеграции науки и образования очевидна, поскольку позволяет существенно повысить уровень подготовки кадров для разных сфер общественного производства, включая саму науку (Семенов, 2024, 2025).

Международный геофизический год (МГГ), проходивший в 1957–1958 гг., стал мощнейшим катализатором для интеграции школьного образования и фундаментальной

науки. Масштаб этого глобального проекта потребовал колоссального количества одновременных наблюдений по всему земному шару. Ученые физически не могли охватить все точки планеты, поэтому к сбору первичных научных данных массово привлекли молодежь – школьников и студентов. Ведущие ученые того времени стали кураторами школьных кружков. Программы детских исследований начали строиться не на базе учебных задач, а на основе реальных методик Академии наук. В настоящее время опыт Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН (ИО РАН) по геологическому воспитанию рассматривается как инструмент реализации задачи № 1 Десятилетия науки и технологий (Указ Президента РФ от 25 апреля 2022 года №231) в части привлечения талантливой молодежи в сферу исследований и разработок через подключение молодежи к реальным исследованиям. В области таких инициатив, как «Научное волонтерство», – вовлечение всех желающих в исследовательские проекты, в том числе по сбору и анализу научных данных, «Наука рядом», – повышение доступности информации о достижениях и перспективах российской науки для граждан.

На пути к высокотехнологическому обществу возрастает значение интеллектуальной составляющей, понятие модернизации отражает процесс перехода к экономике и обществу знания. Наука, образование, интеллектуальный труд и творчество обеспечивают научно-технологический прогресс, и потому для государства, вступающего на инновационный путь развития, эти составляющие становятся основными приоритетами (Келле, 2010). Сегодня в стране особенно актуальна задача развития исследовательской и проектной деятельности учащихся (Гладилин и др., 2024; Леонтович, 2024б). Вовлечение в научную работу учащихся разного возраста и их подготовка в направлениях, актуальных для технологического развития России, весьма актуально для воспроизводства научных кадров, что отражено в Указе Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», Постановлении Правительства РФ от 30.03.2021 № 484 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации „Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации“», Морской доктрине Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ от 31.07.2022 № 512, с изменениями от 13.08.2024). Однако государственное управление сталкивается с рядом трудностей, связанных с невысокой культурой общественной деятельности в современной России, которая обусловлена сочетанием исторических, социальных и правовых факторов (Келле, 2005; Антипьев, Захаров, 2013; Леонтович, 2018; Аносов, 2020; Парма, 2022).

Субъекты инновационного процесса, в целом, рассматриваются на двух уровнях: институциональном (подсистемы общества и социальные институты) и индивидуальном (отношение к науке и инновационное поведение населения), где ключевым является готовность общества к генерации новых знаний и принятию инноваций (Фурсов, 2013). Большинство научных волонтеров проживают в областных центрах, где близость высших учебных заведений, научно-просветительской и исследовательской инфраструктур создают благоприятный культурный фон. Добровольцы в

науке демонстрируют устойчивый интерес к новым знаниям и навыкам: подавляющее большинство из них занимаются самообразованием (Гохберг и др., 2020). Сотрудники Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН играют значимую роль в системе естественно-научного образования и воспитания, выступая связующим звеном между фундаментальной наукой и подготовкой кадров для изучения и освоения Мирового океана (Нейман, Морозов, 2021; Кравчишина и др., 2024). Постепенно растет спрос на результаты российских разработок, что повышает возможность выхода на рынок технологий научных и образовательных организаций при условии формирования устойчивых механизмов трансфера знаний в реальный сектор экономики (Бриллиантова и др., 2020).

Суверенитет страны зависит от способности воспроизводить научные и инженерные кадры, держать собственные платежные и информационные системы, управлять данными, защищать ключевые цепочки поставок, видеть долгий инвестиционный горизонт и не терять общественную связность. Возвращение обществу реальной компетенции, переход к государству, которое понимает собственный смысл, – главная задача сегодняшнего дня (Кузнецов, 2026). Фундаментальная наука составляет интеллектуальную основу инноваций и определяет все прочие процессы (Фурсов, 2013), вовлечение ученых в решение значимых для развития российского общества научных задач жизненно необходимо. При взаимодействии науки и общества стоит задача повышения доступности науки для населения, каждый житель нашей страны, вне зависимости от личного опыта, уровня образования и места жительства, должен иметь доступ к результатам научных исследований и понимать, что современная российская наука сегодня делает (Deviatko et al., 2025). Повышение привлекательности науки для молодежи – это возможность видеть в науке конкретную карьерную траекторию.

В России существует научно-образовательная программа «Плавучий университет», которая исторически зародилась как международная инициатива под эгидой ЮНЕСКО, а сегодня развивается как масштабный всероссийский проект с международным участием. Программа работает по принципу «обучение через исследования». Студенты проходят теоретическую подготовку, а затем отправляются в реальные морские экспедиции вместе с учеными. Широкий зарубежный опыт Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО в области развития студенческого научно-исследовательского потенциала заключается в создании глобальной экосистемы непрерывного образования «от теории к практике». МОК делает ставку на интеграцию студентов и молодых исследователей (Early Career Ocean Professionals – ECOPs) в реальные международные проекты по изучению Мирового океана. Обучение строится на принципах открытой науки (Open Science), предоставляя студентам бесплатные инструменты для работы с большими массивами данных.

Опыт работы с молодежью нескольких структурных подразделений ИО РАН описан в настоящем обзоре, где главным преимуществом является ранняя профориентация школьников, которая необходима для формирования осознанности и устранения страха перед выбором будущего к моменту окончания школы.

Методы

Под детско-юношеской исследовательской деятельностью понимают вовлечение учащихся в открытые познавательные ситуации, в ходе которых учащиеся самостоятельно находят ответ на тот или иной исследовательский вопрос с помощью научных методов познания. Под проектной деятельностью понимают реализацию замысла в действительности, т. е. создание образа желаемого результата, а потом его осуществление. Проектная и исследовательская деятельность выстроены в логике «замысел (постановка) – реализация (решение) – рефлексия (интерпретация)». При этом проект использует исследование как важный этап реализации, а исследование зачастую требует проектирования для осуществления (Обухов и др., 2021; Леонтович, 2023; Смирнов, Смирнова, 2024).

Организация проектной и исследовательской деятельности на базе Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН (ИО РАН) при содействии Института микробиологии им. С. Н. Виноградского РАН (ИНМИ РАН) представляет собой модель непрерывного естественно-научного образования в последовательности Школа–ВУЗ–НИИ–Предприятие посредством устоявшихся методических рекомендаций (Исследовательский…, 2009; Леонтович, 2011, 2013 и др.). Комплексный подход заключается в интеграции академических знаний, практических навыков и ранней профориентации через решение реальных научных задач. В процессе выполнения исследовательских задач происходит поэтапное погружение учащихся в соответствующую проблематику, в результате чего происходит повышение мотивации учащихся к изучению предмета (таблица 1), освоение материала, выход на индивидуальные исследования и проекты, решающие поставленные проблемы (Леонтович, 2011).

Табл. 1 – Этапы погружения в проблематику при индивидуальной работе с учащимися при выполнении исследовательских и проектных работ разного уровня (по кн. Леонтович, 2011)

Этап	Формы участия	Уровень освоения	Контакты
1	Участие в интерактивных программах («Наука 0+» и др.)	Начальная мотивация	Целевые экспонаты
2	Систематические занятия	Устойчивый интерес к предмету	Педагог-исследователь
3	Выполнение исследовательских работ	Навыки исследовательской деятельности	Научный руководитель
4	Участие в конференциях, научные дискуссии	Нормы научного творчества	Внешние эксперты и консультанты
5	Профессиональный выбор	Проектирование профессиональной траектории	Научное сообщество

Необходимо отметить, что исследования в науке и образовании имеют свои особенности. Учебно-исследовательская деятельность идентична научно-исследовательской по применяемому в ней научному методу, но существенно отличается по уровню сложности и методикам, они должны быть доступны для выполнения школьниками, и направлена в первую очередь на развитие учащихся (Леонтович, Саввичев, 2020;

Обухов, 2023). В исследовательской деятельности с учащимися наравне с научными методами необходимо применять и образовательные методы (рисунок 1).



Рис. 1 – Исследовательская деятельность в науке и образовании
(по кн. Леонтович, Саввичев, 2020)

Научно-образовательная среда учреждения, где проходит дополнительное образование учащихся, расширяется при условии становления и развития субъектной позиции и личностного самоопределения как учащихся, так и научных сотрудников, которые работают с ними (Леонтович, 2011). Становление субъектности учащихся в практике научно-практического образования происходит через включение в мотивирующую образовательную среду (Леонтович, 2024а, б, в).

В понятийной системе антропологической теории развития (Исаев, Слободчиков, 2013; Слободчиков, 2022) главным предметом научного исследования является субъективная реальность человека. Содержание и специфика субъектной позиции разворачивается в триединстве проявлений жизнедеятельности человека: общность, деятельность и сознание (Слободчиков, Леонтович, 2020). В концепции научно-практического образования результат практической деятельности учащегося оценивается на основании экспертизы масштаба субъектности: в коммуникации, в действии, в познании, а также в уровне рефлексии процесса реализации исследования или проекта (рисунок 2). Педагогические практики, которые используют образовательные технологии исследования и проектирования как главное средство становления субъектности, описаны в работах (Леонтович, Саввичев, 2020; Леонтович, 2023; Обухов, 2023; Смирнов, Смирнова, 2023; Леонтович, 2024а,б,в; Леонтович и др., 2025).



Рис. 2 – Модель субъектности в концепции научно-практического образования учащихся
(Слободчиков, Леонтович, 2020)

Основной целью проектной и исследовательской деятельности с учащимися в ИО РАН является формирование научной картины мира через понимание процессов, происходящих в геосферах Земли, образующих целостную систему. Такой подход основан на идее взаимодействия потоков вещества и энергии между атмо-, гидро-, лито-, био- и эндосферами, согласно ведущей научной школе в области морской геологии и седиментологии академика А. П. Лисицына (Мировой океан, 2014). Проектная и исследовательская работа с учащимися в ИО РАН включает следующие этапы: 1) подготовительный: обоснование актуальности, изучение литературы и фондовых материалов; 2) полевой и экспериментальный: сбор образцов, проведение измерений, лабораторные анализы; 3) аналитический: интерпретация данных, построение карт, диаграмм, графиков; 4) апробация: представление результатов на научно-практических конференциях; 5) публикация: на основе проведенных исследований готовятся материалы для публикации в сборнике конференций, а затем в рецензируемом журнале; 6) финал периода обучения: подготовка и защита квалификационной работы.

Результаты и обсуждение

Основные уровни реализации детско-юношеской проектной и исследовательской деятельности в естественно-научной области Лаборатории физико-геологических исследований им. А. П. Лисицына и Аналитической лаборатории ИО РАН включают дифференцированные формы работы в зависимости от возраста и подготовки обучающихся. Прежде всего, это детско-юношеский уровень, где школьники и учащиеся колледжей ведут свои исследовательские проекты, решая задачи с «неизвестным результатом», включающие постановку проблемы, изучение теории, проведение эксперимента, участие в экспедициях для формирования первичных навыков сбора материала и аналитической обработки полученного материала.

Младшие классы. С учащимися младших классов Школы № 1534 «Академическая» проводится внеурочная деятельность: лекции о будущей профессии на классном часе, экспедиционные выезды в рамках Московского региона. В Москве осталось немного мест, где вскрыты естественные обнажения пород (Комаров и др., 2022). Практически неизвестна палеофауна водосборного бассейна реки Котловка, которая позволяет наглядно изучать историю Земли в черте мегаполиса. Долина р. Котловка является памятником природы регионального значения, это одна из немногих территорий города, где глубокий эрозионный врез обнажает отложения разных геологических эпох. За пять лет исследований младшими школьниками притоков реки Котловка: р. Коршуниха, Коробковский и Зюзинский ручьи (рисунки 3а,б), было найдено более тридцати экземпляров ископаемых остатков организмов, которые относятся к трем крупным группам ископаемых: кораллам, брахиоподам, гастроподам, помимо этого был обнаружен крупный фрагмент окаменевшей древесины (рисунки 3в–и) (Новигатский, Новигатский, 2024; 2025; 2026).

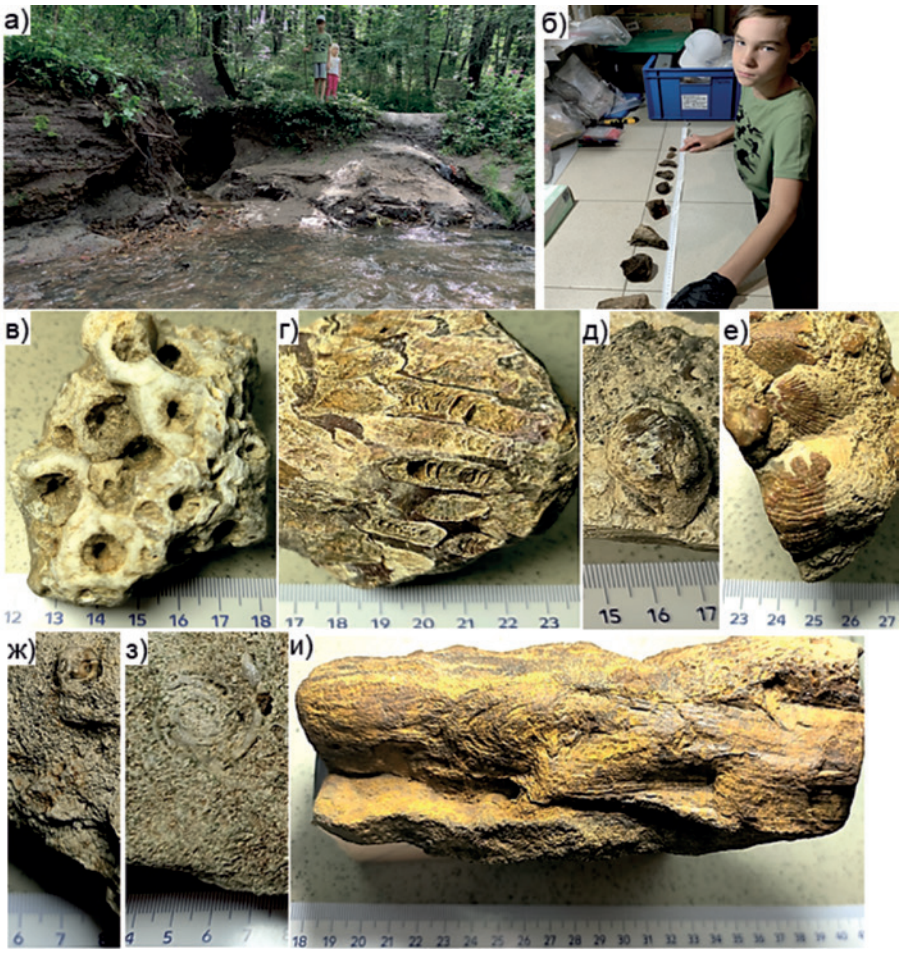


Рис. 3 – Отбор младшими школьниками (Сергей Новигатский, 4 кл.) ископаемых остатков организмов в русловых отложениях притоков водосборного бассейна р. Котловка (**а–б**); и часть собранной коллекции: **в–г**) кораллы, **д–е**) брахиоподы, **ж–з**) гастроподы, **и**) фрагмент окаменевшей древесины (Новигатский, Новигатский, 2024; 2025; 2026)

Районы природного парка «Коршуниха», «Долина реки Котловки», «Коробковский сад» – одни из наиболее интересных и доступных для посещения памятников природы Москвы в Юго-Западном административном округе, которые могут служить как научным, так и просветительским целям. Их бережное и комплексное изучение, а также публикация полученных материалов, способствуют уточнению истории геологического развития территории Москвы в целом. Таким образом, с младшими школьниками впервые описана палеофауна водосборного бассейна реки Котловка г. Москвы, которая позволяет наглядно изучать историю Земли в черте мегаполиса.

Средние и старшие классы. Более двадцати лет учащиеся основных средних и старших классов Школы № 1553 им. В. И. Вернадского проводят зимние экспедиции в Кенозерский национальный парк (КНП) Архангельской области под руководством опытных наставников из ИНМИ РАН, ИО РАН и др., где на биогеохимической специализации исследуют накопления лишайниками химических элементов (рисунок 4). Атмосферный перенос является важным путем поступления веществ, в том числе токсичных, в окружающую среду (Шевченко, 2006; Виноградова и др., 2017). Значимым

биоиндикатором при изучении атмосферного переноса многих химических элементов являются лишайники (Шевченко и др., 2013). Учащимися проведен, начиная с 2004 г. по настоящее время, сравнительный анализ элементного состава проб лишайников рода *Usnea* в КНП (Дождиков и др., 2025; Гришин и др., 2026). Элементный анализ выполнен методом ИСП-МС (Карандашев и др., 2016).



Рис. 4 – Территория Кенозерского национального парка Архангельской области (**а**), отбор Семеном Игнатьевым (10 кл., 2023 г.) лишайников рода *Usnea* в КНП (**б**), подготовка проб лишайников к анализу Александрой Илюхиной (10 кл., 2026 г.), Иваном Дождиковым (10 кл., 2024 г.) и Николаем Гришиным (10 кл., 2025 г.) с помощью планетарной мельницы FRITSCH pulversette в лаборатории ИО РАН (**в–д**)

Учитывая коэффициенты обогащения (КО) относительно среднего состава верхней части континентальной земной коры (Rudnick, Gao, 2003), выделены три группы элементов (рисунок 5):

1. Токсичные элементы (тяжелые металлы), с КО>10 (Cd – обогащение более, чем на порядок, Pb, Sb, Bi – в разы). Свинец и кадмий – это классические глобальные загрязнители, которые встречаются даже в высокоширотной Арктике и высокогорье, сурьма и висмут – часто сопутствуют выбросам цветной металлургии и угольных ТЭС.

2. Биогенные элементы S, P и K, которые играют ключевую роль в метаболизме лишайников, а их содержание в фоновых районах характеризуется относительным постоянством, отражают естественный биогеохимический фон.

3. Основные биофильные элементы Mg, Ca, Mn, Fe присутствуют в значительном количестве, лишайники накапливают их для обеспечения физиологических процессов фотобионта (водорослей) и микобионта (гриба). Биофильные элементы Zn, Cu, Sr, Ba: аккумулируются в лишайниках в небольших, характерных для данной местности концентрациях. Zn и Cu являются важными кофакторами ферментов. Стронций и барий часто сопутствует кальцию.

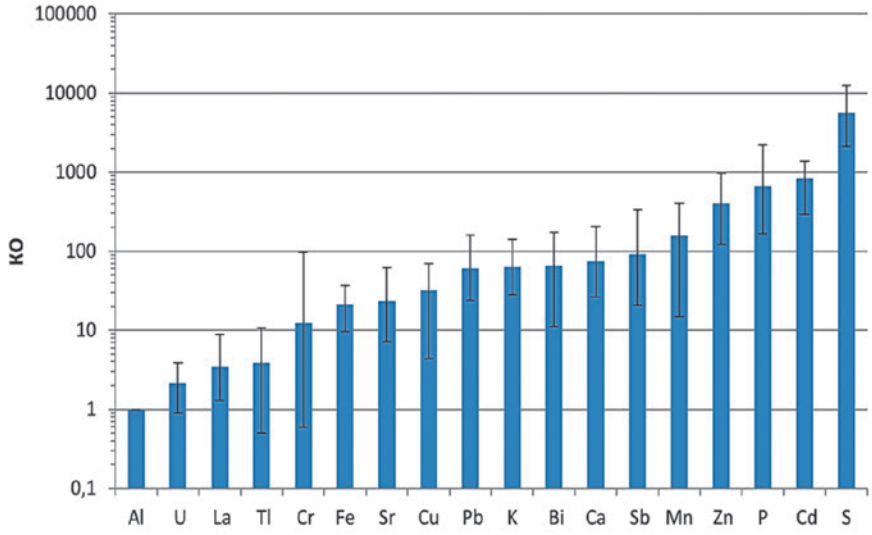


Рис. 5 – Осредненные данные коэффициента обогащения (КО) химическими элементами лишайников рода Usnea, отобранных в Кенозерском национальном парке с 2004 по 2026 гг.

Более чем двадцатилетний период изучения элементного состава в лишайниках рода *Usnea* в КНП показывает устойчивое распределение элементов в пределах 20 % вариации. Сравнительный анализ рядов данных 2004 г. и 2025 г. показал, что экологическая ситуация за эти десятилетия в КНП существенно улучшилась (Гришин и др., 2026).

Кроме исследований в КНП учащиеся биогеохимической специализации Школы № 1553 им. В. И. Вернадского работают с архивной коллекций проб лишайников ИО РАН. Так, например, выполнена оценка степени загрязненности воздуха в прибрежно-морских и сухопутных районах Северо-Запада России (Республика Карелия, Архангельская обл.) по результатам изучения элементного состава кустистых эпигейных лишайников *Cladonia stellaris* полученных в 2019–2020 годах (рисунок 6).

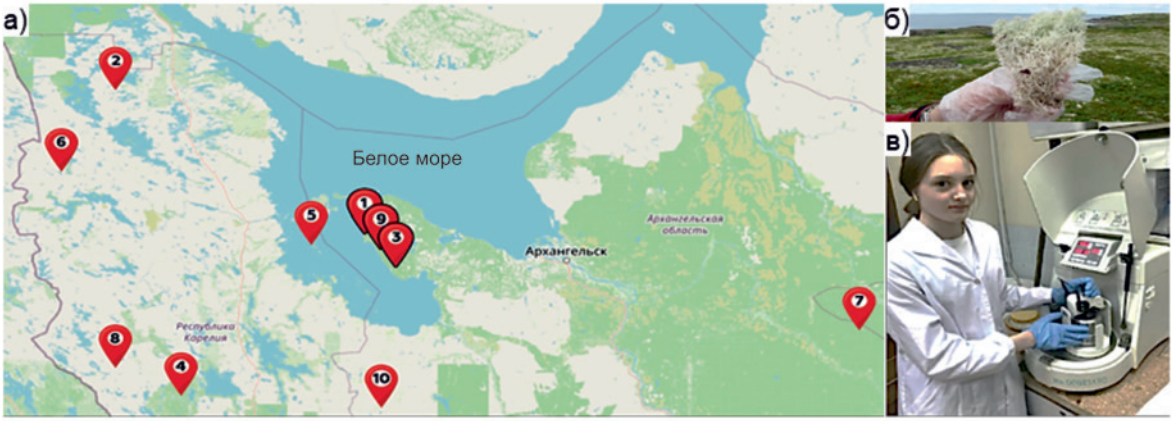


Рис. 6 – Схема расположения точек отбора проб эпигейных лишайников в бассейне водосбора Белого моря: Архангельской области и Карелии (**а**), пример эпигейного лишайника *Cladonia stellaris* в бассейне водосбора Белого моря (**б**), Полина Бабич (10 кл.) обрабатывает пробы лишайников с помощью планетарной мельницы FRITSCH pulversette в лаборатории ИО РАН (**в**)

В результате были рассчитаны статистические параметры химических элементов для двух групп лишайников (отобранных в прибрежно-морских и континентальных условиях), а также коэффициенты обогащения (КО) относительно среднего состава верхней части континентальной земной коры (Rudnick, Gao, 2003). По КО получено пять групп элементов (рисунок 7):

1) в основном литогенные (Li, Al, Sc, Ti, Cr, Fe, Co, Ni, Sr, Y, Zr, Nb, La, Ta, Tl, W),
2) подверженные морскому влиянию (Na и Mg),
3) биогенные (Ca, K, P, S),
4) биофильные элементы (Cu, Zn, Ba, Cs, Mn, Rb)
5) доказанные токсичные тяжелые металлы (Pb и Bi).

Полученные повышенные содержания в лишайниках доказанных токсичных тяжелых металлов, таких как Pb и Bi, говорит о незначительной антропогенной нагрузке в исследуемых областях. Показано, что внутриконтинентальные лишайники сильнее обогащены химическими элементами, в отличие от прибрежно-морских лишайников, что связано с менее запыленной атмосферой в морских акваториях (Бабич и др., 2025).

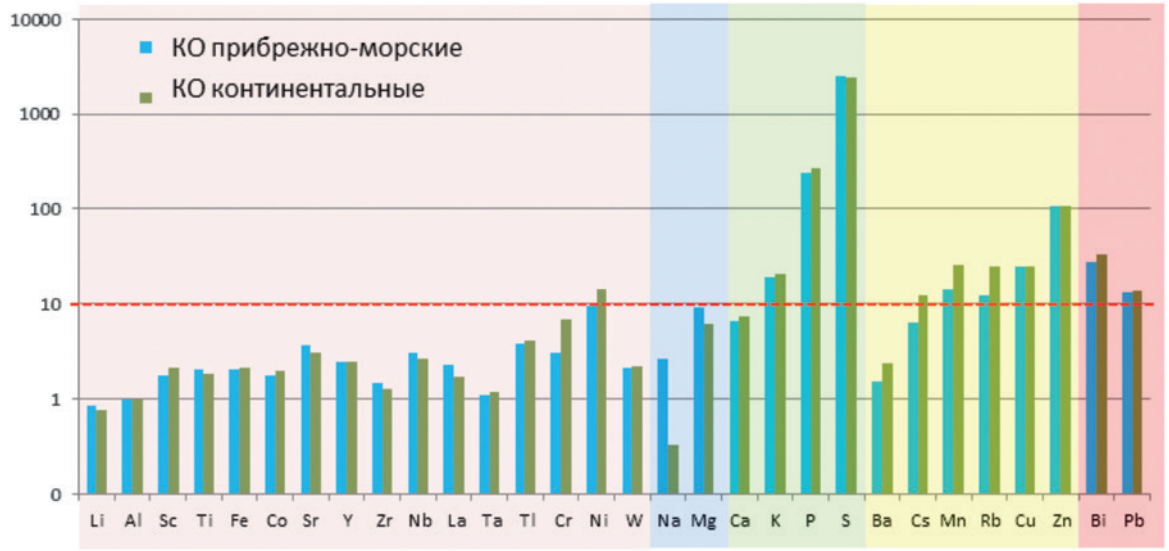


Рис. 7 – Коэффициенты обогащения (КО) эпигейных лишайников относительно верхней части континентальной земной коры (Бабич и др., 2025)

В рамках образовательного и социально значимого проекта Департамента образования и науки Москвы, при поддержке ГБУ «Центр дополнительного образования «Лаборатория путешествий» специалисты из ИНМИ РАН и ИО РАН участвуют в качестве экспертов и руководителей школьных научно-исследовательских проектов экстремальных высокоширотных экспедиций: «Большая арктическая экспедиция» (БАЭ) (Смирнов, Шпаро, 2020) и «Московская молодежная антарктическая экспедиция» (Смирнов, Шпаро, 2025).

В БАЭ 2025 г. были продолжены исследования накопления химических элементов лишайниками в высокой Арктике. Пробы эпигейного лишайника *Cetrariella delisei* были отобраны Иваном Кривашиным (Школа № 1253 г. Москвы, 10 кл.) в составе отряда

«Исследователи Арктики» в восточной части п-ва Челюскин, расположенного на п-ве Таймыр (рисунок 8). Коэффициенты обогащения (КО) изученных лишайников относительно среднего состава верхней части континентальной земной коры большинством химических элементов ниже 10, что свидетельствует о том, что основной источник этих элементов – литогенный.

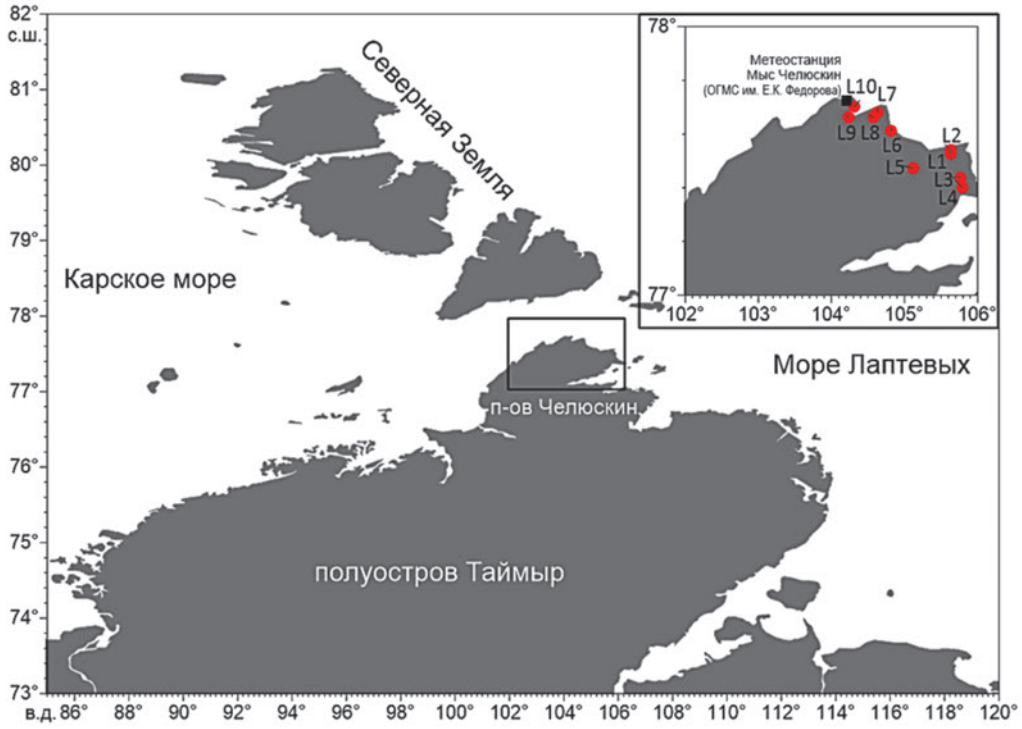


Рис. 8 – Схема отбора проб Иваном Кривашиным (10 кл.) в БАЭ на п-ве Челюскин с 09 по 16 августа 2025 г. (Шевченко и др., 2026)

Повышенные, по сравнению с фоновыми районами, КО редкоземельными элементами и иттрием, вероятно, связаны с региональным атмосферным переносом продуктов выветривания гранитоидов, широко распространенных на севере Таймыра. Отмечено незначительное, по сравнению с рядом районов Арктики и Субарктики, антропогенное загрязнение лишайников никелем, хромом и кадмием в результате дальнего атмосферного переноса. В целом, можно констатировать, что уровень накопления тяжелых металлов соответствует фоновым значениям для незагрязненных территорий (Шевченко и др., 2026).

Среди результатов работы со старшими школьниками можно выделить следующие:

• Стабильность арктической экосистемы: фоновые значения тяжелых металлов на п-ве Челюскин подтверждают отсутствие трансграничного и локального загрязнения в этих районах. Высокая Арктика остается эталонно чистой.

• Улучшение обстановки на Севере: многолетние данные по Кенозерскому национальному парку (Архангельская область) свидетельствуют о значительном снижении техногенной нагрузки и улучшении экологической ситуации.

• Эффективность биомониторинга: доказано, что лишайники рода *Usnea* служат надежными накопителями элементов, отражая динамику загрязнения за десятилетия.

• Значимость экопросвещения: успешный сбор данных школьниками подчеркивает важность вовлечения молодежи в реальные полевые исследования.

Эти выводы доказывают высокую эффективность лихеноиндикации – метода оценки чистоты воздуха и состояния окружающей среды по накоплению химических элементов в лишайниках.

В экспедициях БАЭ 2022–2023 гг. учащимися старших классов Школы № 1553 имени В. И. Вернадского в составе отряда «Арктическая наука» проведены исследования снежного покрова на полуострове Челюскин. Состав снежного покрова является ключевым фактором, определяющим гидрохимический режим высокоширотных территорий, выступая эффективным накопителем атмосферных выпадений (Котова и др., 2024). За два года исследований был выполнен отбор снега для оценки состава нерастворимых частиц на территории полярной станции Челюскин «Объединенная гидрометеорологическая станция им. Е. К. Федорова» (ОГМС им. Е. К. Федорова) в мае 2022 г., а также на припайном льду бухты Спартак и на ледяном покрове реки Кунар в апреле 2023 г. (рисунок 9). Снежные пробы были обработаны с помощью мембранной ультрафильтрации и просмотрены на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3, элементный состав получен микрозондовой приставкой INCA MAX50.

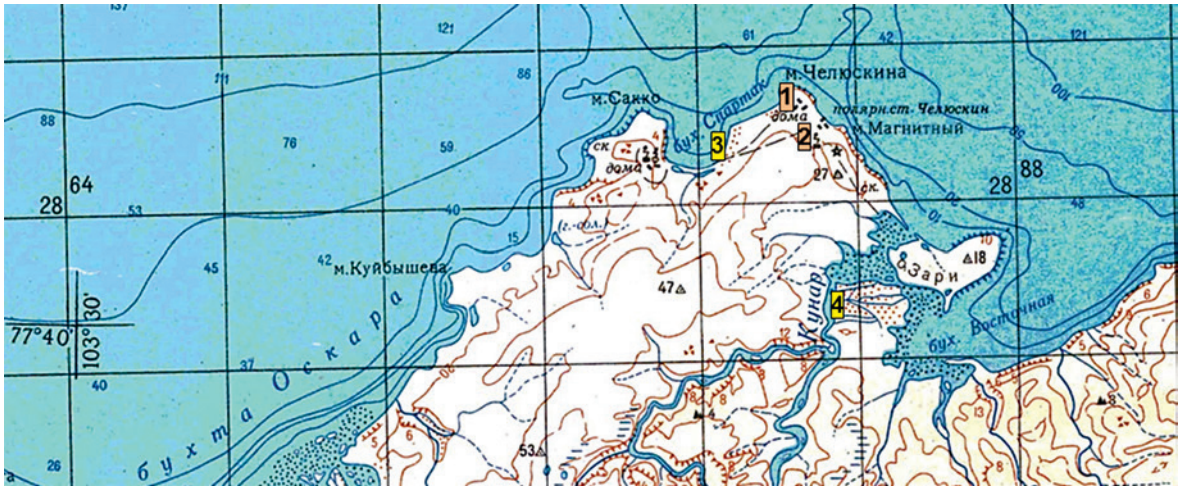


Рис. 9 – Исследование снежного покрова на п-ве Челюскин БАЭ: 1–2 точки отбора проб снега на территории полярной станции ОГМС им. Е. К. Федорова выполнен Верой Родиковой (10 кл.) в мае 2022 г.; 3–4 точки отбора снежных проб на припае бухты Спартак и льду р. Кунар выполнен Артемом Еремеевым (10 кл.) в апреле 2023 г.

В снежном покрове помимо естественных биогенных и литогенных компонентов присутствует большое количество сфер сгорания органического топлива, а также хлопьевидные компоненты ржавчины (рисунок 10), как на самой станции, так и на удалении. Это связано с интенсивной круглогодичной эксплуатацией полярной станции ОГМС им. Е. К. Федорова, а также полярного аэродрома «Мыс Челюскин» (Новигатский и др., 2024). Проведенные исследования снежного покрова, отобранного

в 2022–2023 гг. на мысе Челюскин, показывают существенный вклад антропогенного фактора в общий состав нерастворимых частиц в снеге.

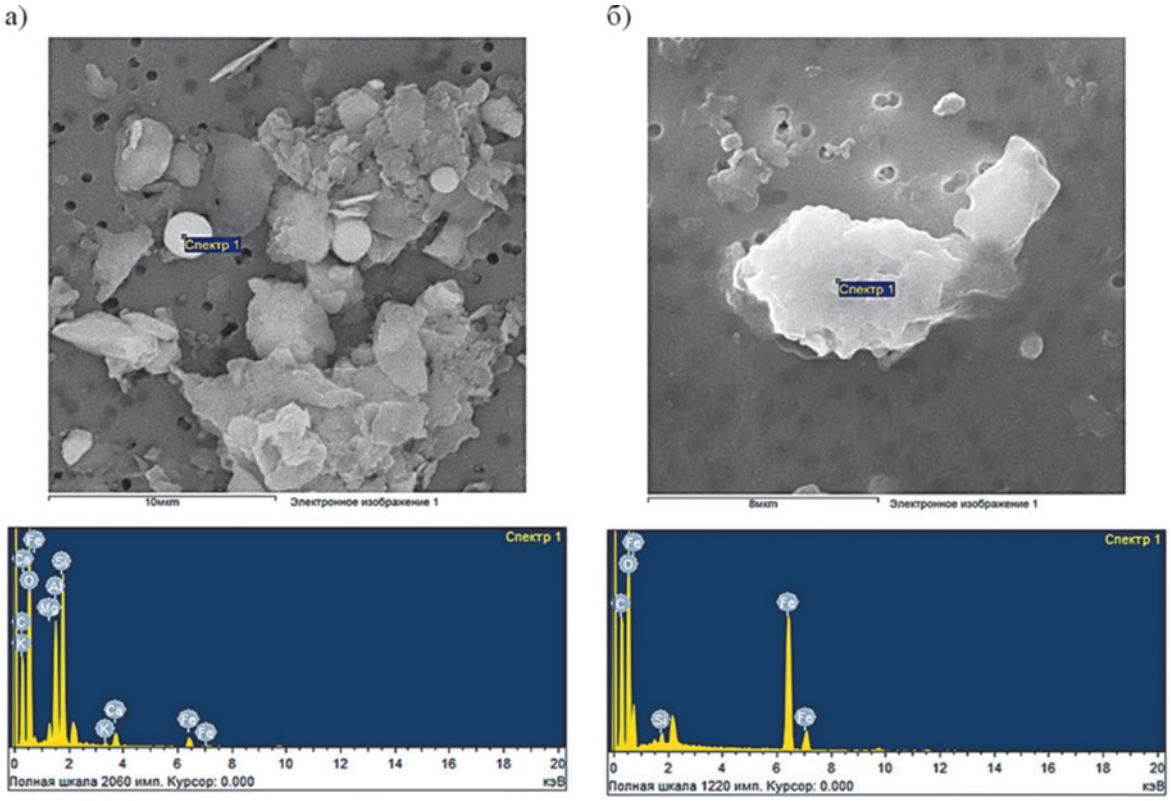


Рис. 10 – Антропогенные нерастворимые компоненты в снежном шурфе на льду р. Кунар, п-ов Челюскин, апрель 2023 г.: **а**) сфера сгорания угля содержит оксиды Al, Si, Fe, Mg, Ca, K; **б**) хлопьевидные компоненты ржавчины, оксид железа Fe_2O_3. Визуализация на лавсановом ядерном фильтре получена с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3, элементный состав получен с помощью микрозондовой приставки INCA MAX50

В рамках «Московской Молодежной Антарктической Экспедиции» в 2024 г. отрядом «Антарктическая наука» были отобраны снег и ледяной керн (0–90 см) с поверхности Антарктического ледяного щита в южной части оазиса Ширмахера между ст. Новолазаревская (рисунок 11) и снежно-ледовым аэродромом «Ново» (Смирнов и др., 2026). Знания о содержании нерастворимых частиц в Антарктическом ледяном покрове ограничены (Новигатский и др., 2020). Удаленность и суровые условия окружающей среды делают полевые исследования очень сложными. Одной из задач Московской молодежной антарктической экспедиции являлось сопоставление состава нерастворимых частиц поверхностного керна Антарктического ледяного щита в оазисе Ширмахера с климатическими условиями периода его формирования. Пробы снега и льда были обработаны с помощью мембранной ультрафильтрации в полевой лаборатории Александрой Шишкиной (Школа № 1553 им. В. И. Вернадского, 10 кл.) и в последующем просмотрены под сканирующим электронным микроскопом TESCAN VEGA 3 в ИО РАН (Шишкина и др., 2025).



Рис. 11 – Точка отбора снега и керна льда с поверхности Антарктического ледяного щита в южной части оазиса Ширмахера между ст. Новолазаревская и снежно-ледовым аэродромом «Ново», Московская Молодежная Антарктическая Экспедиция 2024 г.

По вертикали ледяного керна с поверхности Антарктического ледяного щита биологические и минеральные объекты локализуются неравномерно, что связано с температурной динамикой за последние 70 лет: относительно холодным периодом второй половины XX века и теплым периодом первой четверти XXI века (рисунок 12). Период потепления характеризуется активным развитием биологических объектов и выветриванием минеральных зерен горных пород оазиса Ширмахера, которые сохраняются в поверхностном слое Антарктического ледяного щита. Период похолодания характеризуется минимальным выветриванием горных пород и слабым развитием биологических объектов, что отражается в подошве исследуемого ледяного керна (Новигатский и др., 2026).

Изучение состава криозоля (нерастворимых микрочастиц минерального, органического и биологического происхождения) на поверхности снежно-ледяного покрова Арктики и Антарктики имеет критическое значение для прогнозирования глобального климата, реконструкции истории Земли и оценки экологического состояния планеты. Поверхностный лед и снег работают как естественная «ловушка» для аэрозолей, приносимых ветром со всего земного шара. Проведенные исследования со старшими школьниками в Арктике и Антарктиде позволяют отличить естественный природный фон нерастворимых частиц, содержащихся в снежно-ледяном покрове, от локального влияния деятельности арктических и антарктических станций. Изучение их концентрации, что критически влияет на альбедо, помогает прогнозировать скорость таяния снежно-ледяного покрова Арктики и Антарктиды и его вклад в подъем уровня Мирового океана.

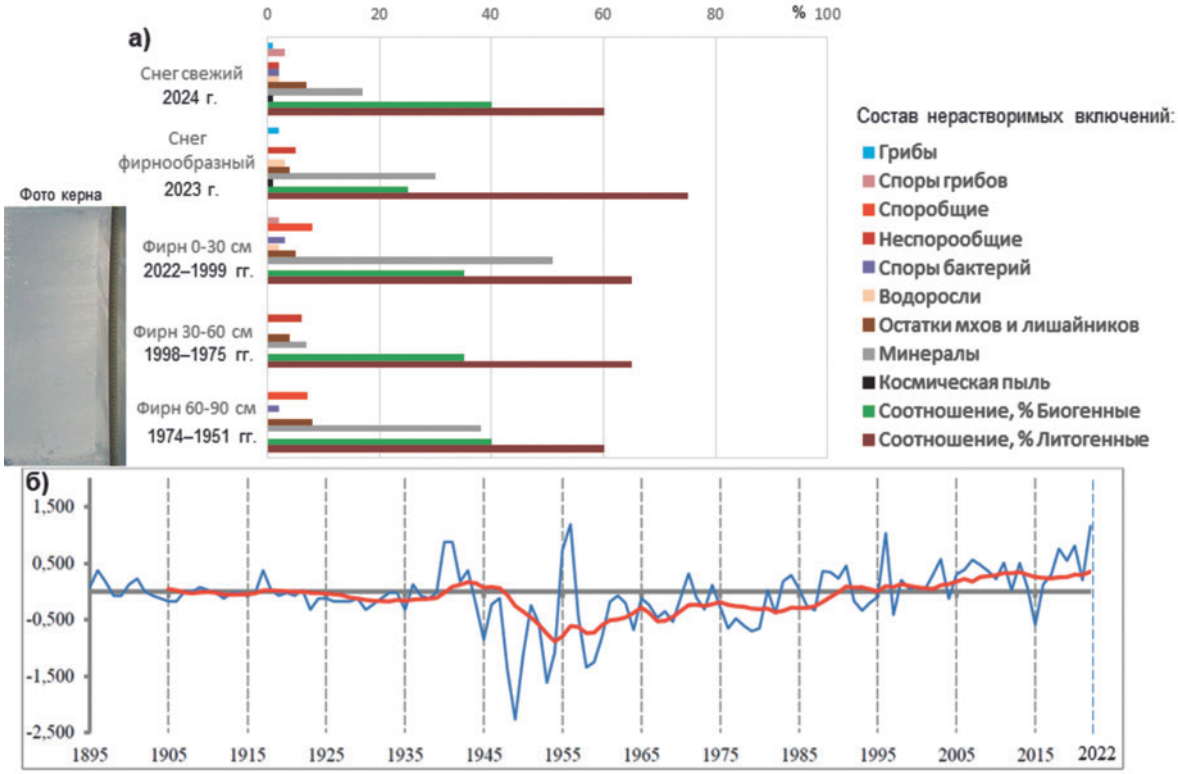


Рис. 12 – Результаты исследования поверхности снежно-ледяного покрова Антарктического щита южной части оазиса Ширмахера: **а**) состав нерастворимых включений снега и фирна-льда, **б**) график среднегодовых отклонений от медиан (осредненные инструментальные данные приземной температуры 119 станций Антарктиды): синий цвет: среднегодовые отклонения от медианы, красный цвет: линия тренда с 1895 по 2022 гг. (Шишкина и др., 2025; Новигатский и др., 2026)

Студенты ВУЗов. Студенческий уровень подразумевает научно-исследовательскую работу студентов и индивидуальные исследования под руководством состоявшихся ученых, участие в семинарах и конференциях. Прохождение преддипломной практики, прежде всего в научно-исследовательских рейсах, с решением организационно-технологических задач, максимально приближенных к производственным условиям. Подготовка курсовых, дипломных и аспирантских работ на актуальные научные темы с использованием лабораторной базы института, в том числе написание научных статей в рецензируемые журналы. Сотрудники лабораторий ИО РАН (физико-геологических исследований им. А. П. Лисицына и аналитической) читают курс магистерской программы геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова «Геохимия осадочного процесса», регулярно являются руководителями практик и выпускных квалификационных работ студентов геологического и географического факультетов МГУ имени М. В. Ломоносова, РГГУ имени Серго Орджоникидзе, НИТУ МИСИС Горный институт, МФТИ, и др. Например, руководство практикой и магистерской работой (от ИО РАН) Кащенко Виктории Юрьевны – студентки Кафедры литологии и морской геологии, геологического ф-та МГУ им. М. В. Ломоносова по

теме «Сравнительная характеристика состава осадочного вещества в снежно-ледовом покрове в околополюсном районе Арктики и припайном льду Антарктики», направление 511000 Геология, 2011 г.; руководство практикой и магистерской работой (от ИО РАН) Якимовой Карины Сергеевны – студентки Кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии, геологического ф-та МГУ им. М. В. Ломоносова по теме «Тефра плейстоцен-голоценовых осадков Северной Атлантики», направление 511000 Геология, 2019 г. и др.

В 2022 г. со студентами перечисленных ВУЗов проведен уникальный климатический эксперимент по исследованию состава воздуха и характеристик подстилающей поверхности в Российском секторе Арктики и Сибири. Синхронизированные исследования с борта НИС «Академик Мстислав Келдыш» и уникальной научной установки самолета-лаборатории Ту-134 «Оптик» выполнены в южной части Карского моря (рисунок 13). Проведена валидация авиационных и спутниковых алгоритмов расчета характеристик морской поверхности. Впервые на арктическом шельфе получены данные о концентрации метана в системе тропосфера–приводный слой атмосферы–водная толща–донные отложения. Единовременно оценены потоки парниковых газов с акватории шельфа и прилегающей суши. Проведено сопряженное изучение условий и процессов современной и древней седиментации в пределах Южно-Карского осадочного бассейна, где локализованы огромные запасы углеводородов (Кравчишина и др., 2023). Этот новаторский комплексный эксперимент направлен, прежде всего, на изучение факторов изменения климата в Арктике и Сибири.

Кроме того, студенты активно участвовали в десятой многодисциплинарной экспедиции 96-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» по Программе геосистемных исследований ИО РАН «Европейская Арктика: геологическая летопись изменений среды и климата» в Баренцево и Карское моря в 2024 г. (рисунок 14). Работы были сосредоточены в области контакта холодной арктической и теплой атлантической вод в районах разгрузки метансодержащих флюидов на дне и в зоне распространения прерывистой подводной многолетней мерзлоты на Западно-Арктическом шельфе Евразии. Эти исследования направлены на развитие национальной системы мониторинга климатических изменений и климатически активных веществ на основе использования заякоренных автономных платформ, обсерваторий, а также судовых наблюдений (Шармар и др., 2025; Кравчишина и др., 2025).

На полученном уникальном материале участвовавшие в геосистемных исследованиях и климатическом эксперименте студенты (рисунок 15) защитили несколько выпускных квалификационных работ (5 чел.: Лозинская и др., 2023; Смирнова и др., 2023; Швед и др., 2024; Аветян и др., 2025; Федоров и др., 2025). Кроме того, эти материалы являются базой для дальнейших исследований и защиты кандидатских диссертаций (5 чел.: Якимова и др., 2022; Лозинская, 2024; Смирнова и др., 2024; Швед и др., 2025; Сломнюк и др., 2025). Результаты развития системы мониторинга климатически активных веществ в целях устойчивого развития России ложатся в основу национальных планов по декарбонизации и адаптации отраслей промышленности, рыболовства, морского транспорта и добычи полезных ископаемых (Гулев и др., 2026).

Такой комплексный подход к учащимся дает большие преимущества. Для НИИ, прежде всего, формирование кадрового резерва, приток людей и идей в научные исследования. Для обучающихся – освоение профессиональных компетенций, публикация первых научных статей в рецензируемых журналах и развитие творческого мышления. Для отрасли – сокращение разрыва между теорией и практикой, воспитание специалистов, готовых к работе в высокотехнологичных компаниях.

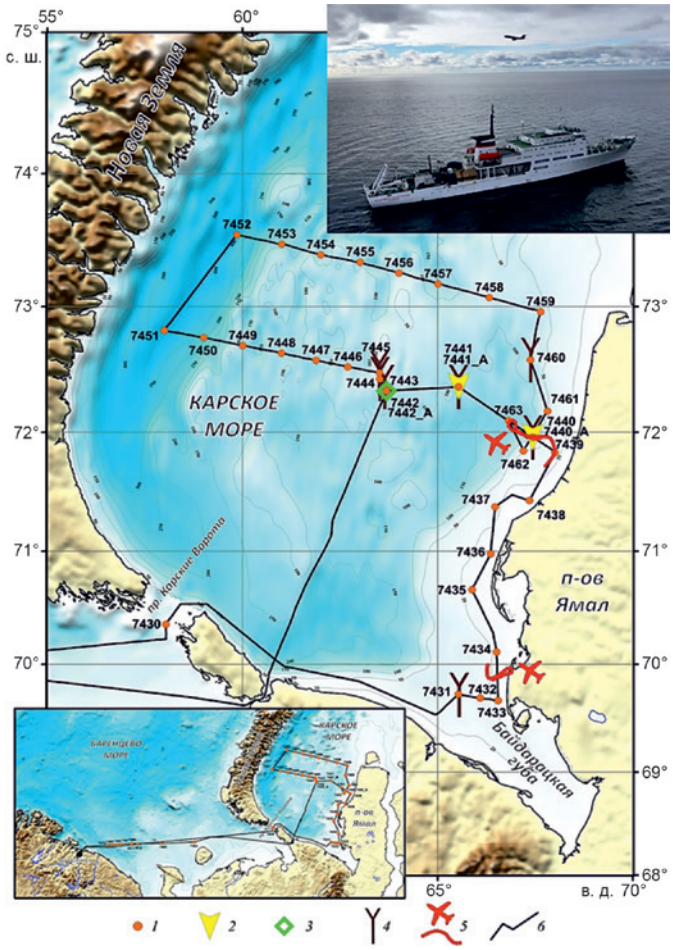


Рис. 13 – Карта морских экспедиционных исследований в южной части Карского моря, 08–15 сентября 2022 г.: 1 – комплексные станции (комплекс оптических, гидрооптических, гидрологических, гидрохимических, гидробиологических, микробиологических, седиментологических измерений и литолого-геохимических работ по отбору верхнего ненарушенного слоя осадков с помощью мультикорера); 2 – комплексные станции с постановкой и подъемом автоматических глубоководных седиментационных обсерваторий; 3 – буйковая станция с инклинометрическими измерителями; 4 – комплексные станции с отбором длинных колонок осадков с помощью ударной геологической трубки большого диаметра; 5 – полигоны непосредственных подсамолетных измерений с траекторией полета Ту-134 «Оптик»; 6 – маршрут судна с непрерывными попутными измерениями (газохимическими, оптическими и гидрооптическими); 7 – «газовые факелы» по данным эхолотного профилирования; 8 – Ленинградское газоконденсатное месторождение. На врезке внизу показан весь маршрут судна; на врезке вверху – фото синхронных работ с борта НИС «Академик Мстислав Келдыш» и самолета-лаборатории Ту-134 «Оптик» (Кравчишина и др., 2023)

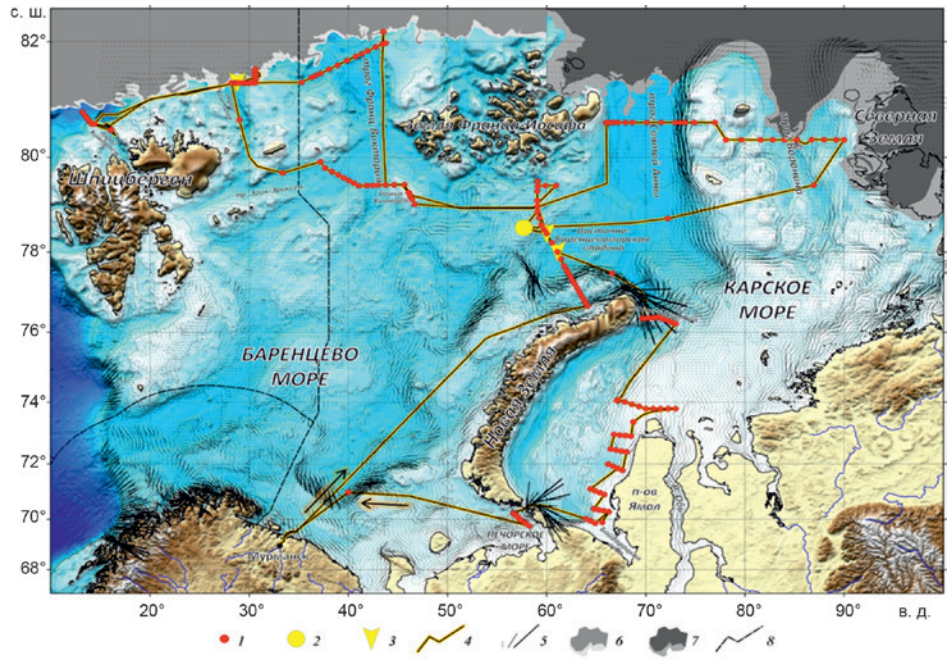


Рис. 14 – Карта-схема маршрута и океанологических станций в 96-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш», июль–август 2024 г.: 1 – комплексные станции 2 – апробация методики работы заякоренной автономной гидрометеорологической платформы (метеобуй) “Sea–Air–Wave Station” (SAWS); 3 – автоматические глубоководные седиментационные обсерватории (АГОС); 4 – маршрут судна; 5 – векторы течений (длина вектора отражает скорость течения); 6 – ледяной покров 05 августа; 7 – ледяной покров 15 августа; 8 – границы Российской и Норвежкой экономических зон и рыбоохранной зоны вокруг Шпицбергена. Векторы течений построены на основе реанализа, http://bulletin.mercator-ocean.fr/en/PSY4#3/75.50/-51.33. Ледяной покров показан по данным Норвежского метеорологического института, https://cryo.met.no. Батиметрическая основа по GEBCO, https://www.gebco.net (Кравчишина и др., 2025)



Рис. 15 – Коллективная фотография участников экспедиции 89-го рейса (1-го этапа) НИС «Академик Мстислав Келдыш», фото М. Толстой

Заключение

Наука – это сфера деятельности сообщества ученых, имеющих высокий уровень квалификации и разделяющих ценности той среды, в которой протекает их трудовая биография. Ученых необходимо готовить так, чтобы следующее поколение не уступало предыдущему в количественном и качественном отношении. Научные кадры невозможно готовить вне научных или образовательных учреждений, где собраны ученые соответствующей квалификации (Черныш, 2025).

Организация проектной и исследовательской деятельности в ИО РАН является геологическим воспитанием молодежи, где формируются система знаний о строении Земли, ответственное отношение к недрам и понимание значимости минеральных ресурсов для развития цивилизации. В таком случае у подрастающего поколения складывается научная картина мира, понимание процессов, происходящих в геосферах, истории развития планеты и эволюции жизни. Прививается понятие рационального недропользования, ответственность за использование исчерпаемых природных ресурсов (нефти, газа, руд и др.). Ребята определяются в профориентации, популяризируются профессии геолога, геофизика, горного инженера, специалистов в науках о Земле.

Из ключевых аспектов хотелось бы отметить практическую направленность такой деятельности, в отличие от чисто теоретического обучения, геологическое воспитание опирается на работу «в поле» и контакт с реальными образцами. Возрастает связь с краеведением, изучением геологического строения родного края, что помогает лучше понять его экономику и историю. Формируется бережное отношение к окружающей действительности, понимание того, что геологические и природные памятники (пещеры, скалы, местонахождения окаменелостей и др.) уникальны и нуждаются в защите.

В ИО РАН функционирует мощное геологическое направление (морская геология, геохимия и др.), которое занимается изучением водной толщи, донных отложений, гидротермальных систем и процессов рудообразования на больших глубинах. Это направление формирует у будущих специалистов понимание глобальных геологических процессов, происходящих на Земле. Институт тесно сотрудничает с ведущими учебными заведениями, предоставляя свою материально-техническую и научную базу для обучения студентов. Организует морские экспедиции, в ходе которых студенты и молодые ученые получают практические навыки проведения изыскательских работ и освоения ресурсов дна.

Через свои филиалы (в Калининграде, Геленджике, Архангельске, Астрахани и Санкт-Петербурге) Институт способствует региональному развитию геологических знаний и воспитанию бережного отношения к экологии океанов. Активно действующий музейно-библиотечный отдел, выпуск специализированных журналов: «Океанология» и «Океанологические исследования», публикации о геодинамических моделях, включая обоснование границ арктического шельфа РФ, формируют у профессионального сообщества и молодежи актуальное представление о стратегическом значении морской геологии.

Развитие сети организаций, работающих по программам научно-практического обучения как инфраструктуры общественной поддержки инновационного развития образовательной системы, реализует государственную политику в сфере образования и построения общества, основанного на знаниях. ИО РАН обеспечивает преемственность знаний, готовя кадры, способные не только проводить теоретические исследования, но и решать прикладные задачи государственной важности по изучению и защите ресурсов Мирового океана.

В рамках описанной работы ИО РАН по комплексному геологическому воспитанию молодежи ключевыми являются следующие цели устойчивого развития (ЦУР) ООН:

ЦУР 4: «Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех». Качественное образование и поощрение возможности обучения – это главная базовая цель проекта, представленного в статье. Организация детско-юношеских и студенческих исследовательских и проектных работ обеспечивает непрерывное экологическое, географическое и геологическое просвещение, развитие научно-исследовательских навыков и вовлечение молодежи в реальную науку всех желающих и при равном доступе.

ЦУР 13: «Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями» базируется на включении студентов и школьников в фундаментальные научные исследования климатической системы, океанических процессов и оценки экологических рисков. Эксперты ИО РАН выступают наставниками для школьников, реализующих проекты в области морской экологии и палеоокеанологии. На примере результатов Московской Молодежной Антарктической Экспедиции 2024 г. показано, что в ледяном керне поверхности Антарктического ледяного щита биологические и минеральные объекты локализуются неравномерно, что связано с температурной динамикой за последние 70 лет: относительно холодным периодом второй половины XX века и теплым периодом первой четверти XXI века. В изучении изменения климата геологические исследования океанического дна и осадочных пород (палеоокеанология) необходимы для реконструкции и прогнозирования глобальных климатических изменений, что является важной частью тем молодежных проектов.

ЦУР 14: «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития». Сохранение морских экосистем – отражает отраслевую специфику ИО РАН и представленные в статье исследовательские проекты. Проекты обучающихся школьников и студентов в ИО РАН связаны с изучением геологии морей и океанов, береговых процессов и рационального природопользования, что напрямую работает на защиту морской среды.

ЦУР 17: «Укрепить средства реализации и активизировать глобальное партнерство в целях устойчивого развития» – реализуется через комплексный подход: межведомственную и многоуровневую интеграцию академической науки (РАН), высшего образования (вузы/студенты) и общего/дополнительного образования (школьники/юношество), что обеспечивает:

• объединение ресурсов – ресурсы фундаментальной науки (лаборатории, базы данных, экспертиза ученых) становятся доступными для школьников и студентов.

• междисциплинарное партнерство – геологическое воспитание реализуется не изолированно, а на стыке нескольких научных дисциплин: экспедиции и проектные работы интегрируют геологию, океанологию, экологию.

• мобилизация нематериальных ресурсов – результаты молодежных проектных работ часто используются в сопутствующих исследованиях лабораторий, способствуя формированию открытой научной среды (открытая наука)

• популяризация ЦУР и экологическое просвещение – совместная исследовательская деятельность формирует у молодежи бережное отношение к Мировому океану и понимание взаимосвязи между геологическими процессами и климатом. Через систему публичных защит проектов, конференций и научно-популярных мероприятий ИО РАН активизирует диалог между гражданским обществом (молодежью, родителями, педагогами) и научным сообществом.

Организация детско-юношеских и студенческих исследовательских и проектных работ в ИО РАН рассчитана на повышение уровня подготовки кадров для любых сфер общественного производства. Главным преимуществом этой работы среди молодежи является формирование универсальных компетенций, которые делают выпускника востребованным в любой отрасли. Описанный опыт рассматривается не просто как педагогика, а как стратегический вклад в будущее общества, экономики и экологии. Эта работа позиционируется не как локальный кружок, а как масштабируемая модель для других институтов и регионов.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ИО РАН (тема № FMWE-2024-0020). Результаты климатического эксперимента, представленные в разделе «Результаты и обсуждение», выполнялись в рамках проекта Минобрнауки РФ «Исследование антропогенных и естественных факторов… с использованием УНУ «Самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик»». Результаты развития национальной системы мониторинга климатических изменений и климатически активных веществ, представленные в разделе «Результаты и обсуждение» (связанные с аналитическими расходами), получены за счет гранта Российского научного фонда (№ 23-77-30001, https://rscf.ru/project/23-77-30001/). Экспедиционные работы выполнены с использованием оборудования НИС «Академик Мстислав Келдыш» в составе ЦКП «Научный флот ИО РАН», https://rv.ocean.ru/flot/abf/nis-akademik-mstislav-keldyish.

Список литературы

1. *Аветян С. Г., Якимова К. С., Новичкова Е. А., Козина Н. В.* Гранулометрический состав поверхностного слоя донных осадков Гренландского моря. В сб.: Геология морей и океанов. Материалы XXVI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. М.: ИО РАН., 2025. С. 28–32. EDN: LSGLIX. https://doi.org/10.29006/978-5-6051054-7-3
2. *Аносов С. С.* Проблемные зоны гражданской активности в современной России // Социология. 2020. №. 4. С. 4–21. EDN: UOBBJN
3. *Антипьев А. Г., Захаров Н. Н.* Современное российское общество и проблемы развития культуры // Социально-гуманитарные знания. 2013. №. 1. С. 39–49. EDN: PWDHQB

4. Антропологический подход в развитии воспитания и социализации детей и молодежи / Под ред. В. К. Рябцева М.: ФГБНУ «ИИДСВ РАО», 2019. 487 с. ISBN 978-5-91955-159-1. https://xn--80adrabb4aegksdjbafk0u.xn--p1ai/upload/iblock/4cf/4cff5a8d4e3d42095be41f2309c56ac7.pdf
5. *Бабич П. В., Новигатский А. Н., Шевченко В. П., Саввичев А. С., Кутенков С. А.* Особенности накопления химических элементов эпигейным лишайником *Cladonia Stellaris* в бассейне водосбора Белого моря. В сб.: Труды XIII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2024)». Тверь, 2025. С. 611–616. EDN: DNPKYZ
6. *Бриллиантова В. В., Власова В. В., Фурсов К. С.* Технологическое разнообразие и самообеспеченность производства передовыми производственными технологиями в российских регионах // Экономика региона. 2020. Т. 16. №. 4. С. 1224–1238. EDN: GFVOYC. https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-15
7. *Виноградова А. А., Котова Е. И., Топчая В. Ю.* Атмосферный перенос тяжелых металлов в районы севера европейской территории России // География и природные ресурсы. 2017. № 1. С. 108–116. EDN: YIXIFB. https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-1(108-116)
8. *Гладилин А. К., Наумова С. И., Миньяр-Белоручева Е. Ю., Леонтович А. В.* Проектное обучение как инструмент повышения практико-ориентированности образовательных программ // Методист. Профессиональное образование. 2024. № 2. С. 16–26. EDN: HWJIBT
9. *Гохберг Л. М., Полякова В. В., Фурсов К. С.* Практики волонтерства в науке // Наука, технологии, инновации: экспресс-информация. 2020. № 161. С. 1–2. EDN: UVXFDR
10. *Гришин Н. С., Новигатский А. Н., Стародымова Д. П., Саввичев А. С., Шевченко В. П.* Изучение элементного состава лишайников рода *Usnea* Кенозерского национального парка с 2004 по 2025 гг. В кн.: Труды XIV Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU–2025)». Тверь, 2026. Т. I. С. 799–803. https://disk.yandex.ru/d/8fWbrDXMSRElYQ
11. *Гулев С. К., Грицун А. С., Катцов В. М., Лукина Н. В., Порфирьев Б. Н., Романовская А. А., Широв А. А.* Мониторинг и прогнозирование изменений климата в целях устойчивого развития России – ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» // Вестник Российской академии наук. 2026. Т. 96. № 4. С. 369–384. EDN: AWQGQF. https://doi.org/10.7868/S3034520026040081
12. *Дождиков И. С., Новигатский А. Н., Шевченко В. П., Саввичев А. С.* Особенности накопления тяжелых металлов эпифитными лишайниками рода *Usnea* Кенозерского национального парка. В сб.: Труды XIII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU–2024)». Тверь, 2025. С. 617–622. EDN: BGESAG
13. *Исаев Е. И., Слободчиков В. И.* Психология образования человека. Становление субъектности в образовательных процессах. М.: Изд-во ПСТГУ, 2013. 432 с. ISBN: 978-5-7429-0715-2. EDN: VRRVUX
14. Исследовательский подход в образовании: от теории к практике. Практика и методы организации: Научно-методический сб. / Под ред. А. С. Обухова. М.: Общероссийское общественное Движение творческих педагогов «Исследователь», 2009. Т. 2. 589 с. EDN: PNVULN
15. *Карандашев В. К., Хвостиков В. А., Носенко С. В., Бурмий Ж. П.* Использование высокообогащенных стабильных изотопов в массовом анализе образцов горных пород, грунтов, почв и донных отложений методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2016. Т. 82. № 7. С. 6–15. EDN: WLWVYT

16. *Келле В. Ж.* Наука и власть. К вопросу о реформировании российской науки // Личность. Культура. Общество. 2005. Т. 7. № 4 (28). С. 9–19. EDN: HTMPDD
17. *Келле В. Ж.* Состоится ли инновационная модернизация России? // Социология науки и технологий. 2010. Т. 1. № 1. С. 40–51. EDN: OWKNVT
18. *Комаров В. Н., Дуткина Т. Е., Горячев И. А.* Битцевский лес – уникальный геологический памятник // Природа. 2022. № 10 (1286). С. 49–56. EDN: YYPAYB. https://doi.org/10.7868/S0032874X22100052
19. *Котова Е. И., Коробов В. Б., Шевченко В. П.* Экологические проблемы Российской Арктики. Архангельск: КИРА, 2024. 227 с. ISBN: 978-5-98450-844-5. EDN: XIXBNQ
20. *Кравчишина М. Д., Клювиткин А. А., Новигатский А. Н., Глуховец Д. И., Шевченко В. П., Белан Б. Д.* 89-й рейс (1-й этап) научно-исследовательского судна “Академик Мстислав Келдыш”: климатический эксперимент во взаимодействии с самолетом-лабораторией Ту-134 “Оптик” в Карском море // Океанология. 2023. Т. 63. №. 3. С. 492–495. EDN: QDEIWX. https://doi.org/10.31857/S0030157423030073
21. *Кравчишина М. Д., Клювиткин А. А., Новигатский А. Н.* Геологическая летопись окружающей среды в горячей точке глобального потепления // Природа. 2024. № 10 (1310). С. 3–17. EDN: QLHMVE. https://doi.org/10.7868/S0032874X24100013
22. *Кравчишина М. Д., Клювиткин А. А., Новигатский А. Н., Гавриков А. В., Пестунов Д. А., Штабкин Ю. А., Иванов В. В., Щука А. С., Амбросимов А. К., Политова Н. В., Анисимов И. М., Баранов Б. В., Новичкова Е. А., Козина Н. В., Матуль А. Г., Гулев С. К.* Апробация системы мониторинга климата на основе заякоренных платформ, обсерваторий и судовых наблюдений в 96-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» // Океанология. 2025. Т. 65. № 3. С. 524–527. EDN: GXEULH. https://doi.org/10.7868/s3034597925030129
23. *Кузнецов Е. Б.* Порог компетентности // Россия в глобальной политике. 2026. Т. 24. № 3. С. 24–37. EDN: SUQEUE. https://doi.org/10.31278/1810-6439-2026-24-3-24-37
24. *Леонтович А. В.* Организация содержательной деятельности учреждения дополнительного образования детей. М.: Департамент образования г. Москвы: Московский городской дворец детского (юношеского) творчества, 2011. 123 с.
25. *Леонтович А. В.* Научно-практическое образование становится прочной основой внеурочной деятельности // Народное образование. 2013. №. 3. С. 115–120. EDN: QAFLZR
26. *Леонтович А. В.* Исследовательская и проектная деятельность учащихся: сетевой подход // Народное образование. 2018. № 6–7 (1469). С. 116–121. EDN: UXAJIN
27. *Леонтович А. В.* Метод становления субъектности учащихся при решении учебной исследовательской задачи // Исследователь/Researcher. 2023. № 1–2 (41–42). С. 35–43. EDN: GNXRHX
28. *Леонтович А. В.* Модель становления субъекта собственной деятельности учащихся в общеобразовательной школе // Мир психологии. 2024а. № 1 (116). С. 38–56. EDN: HPANKG. https://doi.org/10.51944/20738528_2024_1_38
29. *Леонтович А. В.* Развитие коллективно-сопряженной деятельности как условие становления субъекта собственной деятельности // Мир психологии. 2024б. № 2 (117). С. 5–22. EDN: WSBTCM. https://doi.org/10.51944/20738528_2024_2_5
30. *Леонтович А. В.* Формирование универсальных учебных действий в научно-практическом образовании на основе модели субъекта собственной деятельности // Мир психологии. 2024в. № 3 (118). С. 56–70. EDN: XXJCAO. https://doi.org/10.51944/20738528_2024_3_56
31. *Леонтович А. В., Саввичев А. С.* Исследовательская и проектная работа школьников. 5–11 классы / Под ред. А. В. Лентовича. М.: ВАКО, 2020. 161 с. https://www.litres.ru/get_pdf_trial/64840697.pdf

32. *Леонтович А. В., Смирнов И. А., Саввичев А. С.* Проектная мастерская. 5–9 классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций. М.: Просвещение, 2025. 112 с. ISBN 978-5-09-129610-5. https://prosv.ru/product/proektnaya-masterskaya-5-9-klassi01/
33. *Лозинская Л. А., Матуль А. Г., Новичкова Е. А., Чеховская М. П.* Корреляция голоценовых отложений Норвежского моря по данным бентосных фораминифер. В сб.: Новые идеи в науках о Земле. Материалы XVI Международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 272–275. EDN: NQHJJU
34. *Лозинская Л. А.* Палеоэкология бентосных фораминифер и средне-позднечетвертичная палеоокеанология Норвежско-Гренландского бассейна и прилегающих районов: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М.: ИО РАН, 2024. 238 с. EDN: HEZXDF
35. Мировой океан. Физика, химия и биология океана. Осадкообразование в океане и взаимодействие геосфер Земли / Под ред. чл.-корр. Л. И. Лобковского и акад. Р. И. Нигматулина. М.: Научный мир, 2014. 576 с. ISBN 978-5-91522-344-7.
36. Наука: во времени и пространстве. Мир науки / Под ред. В. А. Крюкова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2023. Т. 1. 342 с. http://lib.ieie.nsc.ru/docs/2023/015.pdf
37. *Нейман В. Г., Морозов Е. Г.* Российский форпост фундаментальной науки о Мировом Океане (К 75-летию основания Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН) // Океанологические исследования. 2021. Т. 49. №. 3. С. 12–32. EDN: OZWATY. https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(3).2
38. *Новигатский А. Н., Лисицын А. П., Клювиткин А. А.* Рассеянное осадочное вещество в морской криосистеме: снег–дрейфующий лед–подледная вода Арктики и Антарктики // Океанология. 2020. Т. 60. №. 5. С. 740–746. EDN: TTRDFS. https://doi.org/10.31857/S0030157420050196
39. *Новигатский А. Н., Еремеев А. Д., Родикова В. Г., Ткачева Е. С., Саввичев А. С., Шевченко В. П.* Состав снежного покрова в зимний сезон на мысе Челюскина по данным Большой арктической экспедиции 2022–2023 годы. В сб.: Труды XII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2023)». Тверь, 2024. С. 295–300. EDN: WWVLDL
40. *Новигатский С. А., Новигатский А. Н.* Первые находки ископаемых остатков организмов в природном парке «Коршуниха» города Москвы / LXXVII Герценовские чтения. География: развитие науки и образования. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2024. Т. 1. С. 150–154. EDN: MQEUVJ
41. *Новигатский С. А., Новигатский А. Н.* Ископаемые остатки организмов аллювиальных отложений реки Коршуниха Теплостанской возвышенности города Москвы В сб.: Труды XIII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2024)». Тверь, 2025. С. 168–174. EDN: YKQKIX
42. *Новигатский С. А., Новигатский А. Н.* Ископаемые остатки организмов малых рек Котловка и Коршуниха города Москвы. В сб.: Труды XIV Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU–2025)». Тверь, 2026. Т. I. С. 178–183. https://disk.yandex.ru/d/8fWbrDXMSRElYQ
43. *Новигатский А. Н., Смирнов И. А., Саввичев А. С., Шпаро М. Д.* Рассеянное осадочное вещество поверхности криосферы Антарктического ледяного покрова оазиса Ширмахера, первые итоги Московской молодежной антарктической экспедиции. В сб.: Современные вопросы литологии, морской геологии, геохимии и петрофизики – 2026. Наука. Обучение. Практика. М.: ООО «МАКС Пресс», 2026. С. 212–215. EDN: XITUYU
44. *Обухов А. С.* В фокусе внимания: от спонтанной познавательной активности к целенаправленной исследовательской деятельности // Исследователь/Researcher. 2021. № 3–4 (35–36). С. 7–10. EDN: PQKDUC

45. *Обухов А. С.* Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современной России: перспективная рефлексия // Исследователь/Researcher. 2023. № 1–2 (41–42). С. 18–34. EDN: GFKVUV
46. *Обухов А. С., Косарецкий С. Г., Можаева М. В., Смирнов И. А.* Развитие экологической грамотности и экологически ответственного поведения через вовлечение учащихся в исследование, проектирование и медиасреду // Исследователь/Researcher. 2021. № 1–2 (33–34). С. 32–51. EDN: DMRVHH
47. *Парма Р. В.* Гражданская активность поколений в современном российском обществе // Вестник Института социологии. 2022. Том 13. № 2. С. 31–47. EDN: VMDWKO. https://doi.org/10.19181/vis.2022.13.2.788
48. *Семенов Е. В.* Вечный вопрос об интеграции науки и образования // Управление наукой: теория и практика. 2024. Т. 6. № 4. С. 9–12. EDN: TXWFEC
49. *Семенов Е. В.* Научное производство как объект управления // Управление наукой: теория и практика. 2025. Т. 7. № 4. С. 31–53. EDN: EYEDYU. https://doi.org/10.19181/smtp.2025.7.4.2
50. *Слободчиков В. И.* Национальная доктрина образования РФ: статус и смысл // Народное образование. 2022. Т. 4. С. 25–27. EDN: UMHASK
51. *Слободчиков В. И., Леонтович А. В.* Антропологический подход к диагностике образовательных результатов в системе научно-практического образования // Педагогическое образование и наука. 2020. №. 5. С. 107–117. EDN: XZUYIR
52. *Сломнюк С. В., Баранов Б. В., Новичкова Е. А., Козина Н. В., Смирнова К. М., Якимова К. С., Матуль А. Г., Мороз Е. А., Кравчишина М. Д.* Условия формирования мелководного контуритового дрифта в Карском море // Океанология. 2025. Т. 65. № 1. С. 156–168. EDN: DPGENH. https://doi.org/10.7868/s3034597925010128
53. *Смирнов И. А., Шпаро М. Д.* Научные и педагогические результаты образовательного проекта «Большая Арктическая экспедиция 2018» // Труды IX Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2020)». М.: ООО ПолиПРЕСС, 2020. Том I. С. 363–364. EDN: VDFPEQ
54. *Смирнов И. А., Смирнова Н. Ю.* Научное волонтерство и гражданская наука в школьных экологических исследованиях // Химия в школе. 2023. № 6. С. 2–4. EDN: WALSYY
55. *Смирнов И. А., Смирнова Н. Ю.* Проектная мастерская: от теории к практике // Химия в школе. 2024. № 1. С. 56–61. EDN: OYTPPF
56. *Смирнов И. А., Шпаро М. Д.* Московская молодежная антарктическая экспедиция // Исследователь/Researcher. 2025. №. 1–2. (49–50). С. 249–261. EDN: FSNKBU
57. *Смирнов И. А., Новигатский А. Н., Саввичев А. С.* Школьное исследование в формате научного волонтерства // Химия в школе. 2026. № 2. С. 53–57. EDN: LBYGKE. https://doi.org/10.62709/0368-5632-2026-2-53-57
58. *Смирнова К. М., Новичкова Е. А., Матуль А. Г., Сломнюк С. В., Кравчишина М. Д.* Палеоокеанологические реконструкции обстановок осадконакопления в Карском море в голоцене. В сб.: Геология морей и океанов. Материалы XXV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. 2023. С. 113–117. EDN: NWWDIY
59. *Смирнова К. М., Новичкова Е. А., Козина Н. В., Сломнюк С. В., Матуль А. Г., Кравчишина М. Д.* Этапы поступления речных вод на юго-западный шельф Карского моря в голоцене по данным бентосных фораминифер. В сб.: Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VIII Всероссийской научной конференции молодых ученых. Владивосток: ННЦМБ ДВО РАН, 2024. С. 441–442. EDN: CNXCQH
60. *Федоров Н. Н., Клювиткин А. А., Кравчишина М. Д.* Построение прогнозных ореолов выпадения минеральных частиц гидротермального происхождения на океаническое дно по данным автоматических глубоководных седиментационных обсерваторий. В сб.: Геология

морей и океанов. Материалы XXVI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. М.: ИО РАН, 2025. С. 299–303. EDN: RHLIXC

61. *Фурсов К. С.* О социологии инновационной деятельности В. Ж. Келле // Личность. Культура. Общество. 2013. Т. 15. № 3–4 (79–80). С. 327–334. EDN: REKWGF
62. *Черныш М. Ф.* Научно-исследовательский институт как функциональная единица научной деятельности // Управление наукой: теория и практика. 2025. Т. 7. № 1. С. 13–28. EDN: OIKYXK. https://doi.org/10.19181/smtp.2025.7.1.1
63. *Шармар В. Д., Терещенков В. П., Гавриков А. В., Синицын А. В., Кравчишина М. Д., Клювиткин А. А., Новигатский А. Н., Тилинина Н. Д., Писарев С. В., Гулев С. К.* Стационарный метеобуй в Баренцевом море как компонент национальной системы мониторинга климатически активных веществ // Океанология. 2025. Т. 65. № 1. С. 181–186. EDN: DPATMI. https://doi.org/10.7868/s3034597925010141
64. *Швед В. А., Егоров А. В., Кравчишина М. Д., Кудрявцева Е. А., Новигатский А. Н., Саввичев А. С.* Концентрация метана в южной части Карского моря по результатам 89-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш». В сб.: Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VIII Всероссийской научной конференции молодых ученых. Владивосток: ННЦМБ ДВО РАН, 2024. С. 507–508. EDN: MWKVHB
65. *Швед В. А., Калгин В. Ю., Кравчишина М. Д., Новигатский А. Н., Кудрявцева Е. А., Егоров А. В., Стрелецкая И. Д.* Метан в воде и донных осадках в области распространения субаквальной мерзлоты на западно-арктическом шельфе Евразии. В сб.: Труды VIII Международной геолого-геофизической конференции «ГеоЕвразия–2025. Геологоразведочные технологии: наука и бизнес». Тверь. 2025. С. 215–219. EDN: SVGOJO
66. *Шевченко В. П.* Влияние аэрозолей на среду и морское осадконакопление в Арктике. М.: Наука, 2006. 231 с. EDN: QKFWQP
67. *Шевченко В. П., Покровский О. С., Стародымова Д. П., Васюкова Е. В., Лисицын А. П., Дровнина С. И., Замбер Н. С., Махнович Н. М., Саввичев А. С., Сонке Й.* Геохимия эпигейных лишайников водосборного бассейна Белого моря // Доклады Академии наук. 2013. Т. 450. № 1. С. 87–93. EDN: PZVNZP. https://doi.org/10.7868/S0869565213130239
68. *Шевченко В. П., Смирнов И. А., Кривашин И. А., Стародымова Д. П., Новигатский А. Н.* Накопление химических элементов эпигейным лишайником *Cetrariella Delisei* на полуострове Челюскин (Сибирская Арктика). В сб.: LXXXI Герценовские чтения. География: развитие науки и образования. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2026. https://geographyreadings.herzen.spb.ru/
69. *Шишкина А. Д., Новигатский А. Н., Смирнов И. А., Терновой Д. А., Калашникова Я. И., Саввичев А. С.* Состав криозоля поверхности Антарктического ледяного щита оазиса Ширмахера, ст. Новолазаревская // Геология морей и океанов: Материалы XXVI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. II. М.: ИО РАН, 2025. С. 274–278. EDN: VZGMXE
70. *Якимова К. С., Кравчишина М. Д., Политова Н. В., Чеховская М. П., Матуль А. Г., Новичкова Е. А.* Новая находка пепла типа Ведде в Лофотенской котловине Норвежского моря. В сб.: Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022. Труды XI Международной научно-практической конференции. Тверь, 2022. С. 145–149. EDN: AWSBKV
71. *Deviatko I. F., Sheremet E., Polyakova V., Fursov K.* Laypeople Use Institutional Information Cues in Judging the Plausibility of Research Findings: Results from a Factorial Survey // Socius. 2025. Vol. 11. P. 23780231251332431. EDN: IQGTQZ. https://doi.org/10.1177/23780231251332431
72. *Rudnick R., Gao S.* The role of lower crustal recycling in continent formation // Geochimica et Cosmochimica Acta Supplement. 2003. Vol. 67 (18). P. 403. https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2003GeCAS..67Q.403R/abstract

ISSN (online): 2587-9634 / ISSN (print): 1564-2291
Океанологические исследования. 2026. Том 54. № 2. С. 155–187

Статья поступила в редакцию 20.05.2026, одобрена к печати 20.06.2026.
Для цитирования: *Новигатский А. Н., Шевченко В. П., Саввичев А. С., Смирнов И. А.* Комплексный подход в системе геологического воспитания на примере опыта организации детско-юношеских и студенческих исследовательских и проектных работ в институте океанологии им. П. П. Ширшова РАН // Океанологические исследования. 2026. Т. 54. № 2. С. 155–187. https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2026.54(2).9

AN INTEGRATED APPROACH TO THE SYSTEM OF GEOLOGICAL EDUCATION BASED ON THE EXPERIENCE OF ORGANIZING CHILDREN'S, YOUTH AND STUDENT RESEARCH AND PROJECT WORK AT THE SHIRSHOV INSTITUTE OF OCEANOLOGY OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

A. N. Novigatsky[1], V. P. Shevchenko[1], A. S. Savvichev[2], I. A. Smirnov[3]

[1] Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,
e-mail: novigatsky@ocean.ru, vshevch@ocean.ru;
[2] Vinogradsky Institute of Microbiology,
Federal Research Center of Biotechnology, Russian Academy of Sciences,
Bldg. 7/2, 60th Anniversary of October Ave, Moscow, 117312, Russia,
e-mail: savvichev@mail.ru;
[3] St. Basil the Great Gymnasium, ANOO,
Bldg. 1, Kokoshkinskoye Shosse, Zaitsevo, Moscow Region, 141006, Russia,
e-mail: Smirnov_ia@vasiliada.ru

The article presents more than 20 years of positive experience of some IO RAS scientists working with schoolchildren, lyceum students, and students from leading Moscow educational institutions on research and project work, which allows for a significant increase in the level of training of personnel for various areas of social production, including science itself.

Keywords: student and youth research projects, geological education, sedimentology, marine geology, research institute, Arctic, Antarctica

Acknowledgements: The work was performed within the framework of the state assignment of IO RAS No. FMWE-2024-0020. The climate experiment results presented in the Results and Discussion section were conducted within the framework of the Russian Ministry of Education and Science project "Study of Anthropogenic and Natural Factors... Using the Tu-134 Optic Aircraft-Laboratory". The results of the development of the national system for monitoring climate change and climate-active substances presented in the Results and Discussion section (related to analytical costs) were obtained through a grant from the Russian Science Foundation (No. 23-77-30001, https://rscf.ru/project/23-77-30001/). The expedition work was carried out using the equipment of the R/V "Akademik Mstislav Keldysh" as part of the Shared Utility Center "Scientific Fleet of the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences", https://rv.ocean.ru/flot/abf/nis-akademik-mstislav-keldyish.

References

1. *A Research Approach to Education: From Theory to Practice. Practice and Methods of Organization*. 2009, Scientific and Methodological Collection, edited by A. S. Obukhov. Moscow, All-Russian Public Movement of Creative Educators "Researcher", **2**, 589 p., EDN: PNVULN
2. Anosov, S. S., 2020: Problem Zones of Civic Activity in Modern Russia. *Sociology*, **4**, 4–21, EDN: UOBBJN
3. Antipyev, A. G. and N. N. Zakharov, 2013: Contemporary Russian Society and Problems of Cultural Development. *Social and Humanitarian Knowledge*, **1**, 39–49, EDN: PWDHQB
4. *An anthropological approach to the development of education and socialization of children and youth*. Ed. by V. K. Ryabtsev. Moscow, FGBNU "IIDSV RAO", 2019, 487 p., ISBN 978-5-91955-159-1, https://xn--80adrabb4aegksdjbafk0u.xn--p1ai/upload/iblock/4cf/4cff5a8d4e3d42095be41f2309c56ac7.pdf
5. Avetyan, S. G., K. S. Yakimova, E. A. Novichkova, and N. V. Kozina, 2025: Granulometric Composition of the Surface Layer of Bottom Sediments of the Greenland Sea. In: *Geology of the Seas and Oceans. Proceedings of the XXVI International Scientific Conference (School) on Marine Geology*. Moscow, IO RAS, 28–32, EDN: LSGLIX, https://doi.org/10.29006/978-5-6051054-7-3
6. Babich, P. V., A. N. Novigatsky, V. P. Shevchenko, A. S. Savvichev, and S. A. Kutenkov, 2025: Features of the accumulation of chemical elements by the epigeic lichen Cladonia Stellaris in the White Sea catchment basin. *Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU-2024)".* Tver, 611–616, EDN: DNPKYZ
7. Brilliantova, V. V., V. V. Vlasova, and K. S. Fursov, 2020: Technological Diversity and Self-Sufficiency in Advanced Manufacturing Technologies in Russian Regions. *Regional Economy*, **16** (4), 1224–1238, EDN: GFVOYC, https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-15
8. Chernysh, M. F., 2025: *Research Institute as a Functional Unit of Scientific Activity. Science Management: Theory and Practice*, **7** (1), 13–28, EDN: OIKYXK, https://doi.org/10.19181/smtp.2025.7.1.1
9. Deviatko, I. F., E. Sheremet, V. Polyakova, and K. Fursov, 2025: Laypeople Use Institutional Information Cues in Judging the Plausibility of Research Findings: Results from a Factorial Survey. *Socius*, **11**, 23780231251332431, EDN: IQGTQZ, https://doi.org/10.1177/23780231251332431
10. Dozhdikov, I. S., A. N. Novigatsky, V. P. Shevchenko, and A. S. Savvichev, 2025: Features of heavy metal accumulation by epiphytic lichens of the genus Usnea in Kenozersky National Park. *Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU–2024)".* Tver, 617–622, EDN: BGESAG
11. Fedorov, N. N., A. A. Klyuvitkin, and M. D. Kravchishina, 2025: Construction of predictive halos for the fallout of hydrothermal mineral particles onto the ocean floor based on data from automatic deep-sea sedimentation observatories. In: Geology of the Seas and Oceans. *Proceedings of the XXVI International Scientific Conference (School) on Marine Geology,* Moscow, IO RAS, 299–303, EDN: RHLIXC
12. Fursov, K. S., 2013: On the sociology of V. Zh. Kelle's innovative activity. *Personality. Culture. Society*, **15**, No. 3–4 (79–80), 327–334, EDN: REKWGF
13. Gladilin, A. K., S. I. Naumova, E. Yu. Minyar-Belorucheva, and A. V. Leontovich, 2024: Project-Based Learning as a Tool for Improving the Practice-Orientedness of Educational Programs. *Methodologist,* Professional Education, **2**, 16–26, EDN: HWJIBT
14. Gokhberg, L. M., V. V. Polyakova, and K. S. Fursov, 2020: Volunteer Practices in Science. *Science, Technology, Innovation: Express Information*, **161,** 1–2, EDN: UVXFDR
15. Grishin, N. S., A. N. Novigatsky, D. P. Starodymova, A. S. Savvichev, and V. P. Shevchenko, 2026: Study of the elemental composition of lichens of the genus Usnea in Kenozersky National Park from 2004 to 2025. *Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference*

"Marine Research and Education (MARESEDU–2025)". Tver, I, 799–803, https://disk.yandex.ru/d/8fWbrDXMSRElYQ

16. Gulev, S. K., A. S. Gritsun, V. M. Kattsov, N. V. Lukina, B. N. Porfiryev, A. A. Romanovskaya, and A. A. Shirov, 2026: *Monitoring and forecasting climate change for the purposes of sustainable development of Russia – VIP GZ "Unified national system for monitoring climate-active substances"*. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, **96** (4), 369–384, EDN: AWQGQF, https://doi.org/10.7868/S3034520026040081
17. Isaev, E. I. and V. I. Slobodchikov, 2013: *Psychology of Human Education. Formation of Subjectivity in Educational Processes*. Moscow, PSTGU Publishing House, 432 p., ISBN: 978-5-7429-0715-2, EDN: VRRVUX
18. Karandashev, V. K., V. A. Khvostikov, S. V. Nosenko, and Zh. P. Burmiy, 2016: *Use of Highly Enriched Stable Isotopes in Mass Analysis of Rock, Soil, and Bottom Sediment Samples by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*. Factory Laboratory. Diagnostics of Materials, 82 (7), 6–15, EDN: WLWVYT
19. Kelle, V. Zh., 2005: Science and Power. On the Issue of Reforming Russian Science. *Personality. Culture. Society*, **7**, 4 (28), 9–19, EDN: HTMPDD
20. Kelle, V. Zh., 2010: Will Russia's Innovative Modernization Take Place? *Sociology of Science and Technology*, **1** (1), 40–51, EDN: OWKNVT
21. Komarov, V. N., T. E. Dutkina, and I. A. Goryachev, 2022: Bitsevsky Forest – a Unique Geological Monument. *Priroda*, **10** (1286), 49–56, EDN: YYPAYB, https://doi.org/10.7868/S0032874X22100052
22. Kotova, E. I., V. B. Korobov, and V. P. Shevchenko, 2024: *Environmental Problems of the Russian Arctic*. Arkhangelsk, KIRA, 227 p., ISBN: 978-5-98450-844-5, EDN: XIXBNQ
23. Kravchishina, M. D., A. A. Klyuvitkin, A. N. Novigatsky, D. I. Glukhovets, V. P. Shevchenko, and B. D. Belan, 2023: The 89th voyage (stage 1) of the research vessel "Akademik Mstislav Keldysh": a climate experiment in cooperation with the Tu-134 Optic laboratory aircraft in the Kara Sea. *Oceanology*, **63** (3), 492–495, EDN: QDEIWX, https://doi.org/10.31857/S0030157423030073
24. Kravchishina, M. D., A. A. Klyuvitkin, and A. N. Novigatsky, 2024: Geological record of the environment in a global warming hot spot. *Priroda*, **10** (1310), 3–17, EDN: QLHMVE, https://doi.org/10.7868/S0032874X24100013
25. Kravchishina, M. D., A. A. Klyuvitkin, A. N. Novigatsky, A. V. Gavrikov, D. A. Pestunov, Yu. A. Shtabkin, V. V. Ivanov, A. S. Shchuka, A. K. Ambrosimov, N. V. Politova, I. M. Anisimov, B. V. Baranov, E. A. Novichkova, N. V. Kozina, A. G. Matul, and S. K. Gulev, 2025: Approbation of a climate monitoring system based on moored platforms, observatories and ship observations on the 96th voyage of the R/V "Akademik Mstislav Keldysh". *Oceanology*, **65** (3), 524–527, EDN: GXEULH, https://doi.org/10.7868/s3034597925030129
26. Kuznetsov, E. B., 2026: *"The Threshold of Competence". Russia in Global Affairs*, **24** (3), 24–37, EDN: SUQEUE, https://doi.org/10.31278/1810-6439-2026-24-3-24-37
27. Leontovich, A. V., 2011: *"Organization of Substantive Activities of an Institution of Supplementary Education for Children"*. Moscow, Moscow Department of Education, Moscow City Palace of Children's (Youthful) Creativity, 123 p.
28. Leontovich, A. V., 2013: *Scientific and practical education is becoming a solid foundation for extracurricular activities*. Public education, **3**, 115–120, EDN: QAFLZR
29. Leontovich, A. V., 2018: *Research and project activities of students: a network approach*. Public education, 6–7 (1469), 116–121, EDN: UXAJIN
30. Leontovich, A. V., 2023: A Method for Developing Students' Subjectivity in Solving an Educational Research Problem. *Researcher*, 1–2 (41–42), 35–43, EDN: GNXRHX
31. Leontovich, A. V., 2024a: A Model for Developing the Subject of Students' Own Activity in a Comprehensive School. *The World of Psychology*, **1** (116), 38–56, EDN: HPANKG, https://doi.org/10.51944/20738528_2024_1_38

32. Leontovich, A. V., 2024b: Developing Collective-Coordinated Activity as a Condition for Developing the Subject of One's Own Activity. *The World of Psychology,* **2** (117), 5–22, EDN: WSBTCM, https://doi.org/10.51944/20738528_2024_2_5
33. Leontovich, A. V., 2024v: Formation of Universal Learning Activities in Scientific and Practical Education Based on the Model of the Subject of One's Own Activity. *The World of Psychology*, **3** (118), 56–70, EDN: XXJCAO, https://doi.org/10.51944/20738528_2024_3_56
34. Leontovich, A. V. and A. S. Savvichev, 2020: *Research and Project Work of Schoolchildren*. Grades 5–11, Ed. by A. V. Lentovich. Moscow, VAKO, 161 p., https://www.litres.ru/get_pdf_trial/64840697.pdf
35. Leontovich, A. V., I. A. Smirnov, and A. S. Savvichev, 2025: *Project Workshop*. Grades 5–9: A Textbook for General Education Organizations. Moscow, Prosveshchenie, 112 p., ISBN 978-5-09-129610-5, https://prosv.ru/product/proektnaya-masterskaya-5-9-klassi01/
36. Lozinskaya, L. A., A. G. Matul, E. A. Novichkova, and M. P. Chekhovskaya, 2023: Correlation of Holocene Sediments of the Norwegian Sea Based on Benthic Foraminifera Data. In: *New Ideas in Earth Sciences. Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference*. Moscow, 272–275, EDN: NQHJJU
37. Lozinskaya, L. A., 2024: *Paleoecology of benthic foraminifera and middle-late Quaternary paleoceanology of the Norwegian-Greenland basin and adjacent areas*: dissertation for the degree of candidate of geological and mineralogical sciences. Moscow, IO RAS, 238 p., EDN: HEZXDF
38. Neiman, V. G. and E. G. Morozov, 2021: Russian Outpost of Fundamental Science on the World Ocean (On the 75th Anniversary of the Founding of the Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences). *Journal of Oceanological Research*, **49** (3), 12–32, EDN: OZWATY, https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(3).2
39. Novigatsky, A. N., A. P. Lisitsyn, and A. A. Klyuvitkin, 2020: Dispersed Sedimentary Matter in the Marine Cryosystem: Snow–Drift Ice–Subglacial Water of the Arctic and Antarctic. *Oceanology*, **60** (5), 740–746, EDN: TTRDFS, https://doi.org/10.31857/S0030157420050196
40. Novigatsky, A. N., A. D. Eremeev, V. G. Rodikova, E. S. Tkacheva, A. S. Savvichev, and V. P. Shevchenko, 2024: Snow cover composition during the winter season at Cape Chelyuskin according to data from the 2022–2023 Great Arctic Expedition. *Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU-2023)"*. Tver, 295–300, EDN: WWVLDL
41. Novigatsky, S. A. and A. N. Novigatsky, 2024: *First Finds of Fossil Remains of Organisms in the Korshunikha Nature Park*. Moscow. LXXVII Herzen Readings. Geography: The Development of Science and Education. Saint Petersburg, Herzen State Pedagogical Univ., **1**, 150–154, EDN: MQEUVJ
42. Novigatsky, S. A. and A. N. Novigatsky, 2025: Fossil Remains of Organisms from Alluvial Deposits of the Korshunikha River, Teplostanskaya Upland, Moscow In: *Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU-2024)"*. Tver, 168–174, EDN: YKQKIX
43. Novigatsky, S. A. and A. N. Novigatsky, 2026: Fossil remains of organisms from the small Kotlovka and Korshunikha rivers of Moscow. *Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU–2025)"*. Tver, I, 178–183, https://disk.yandex.ru/d/8fWbrDXMSRElYQ
44. Novigatsky, A. N., I. A. Smirnov, A. S. Savvichev, and M. D. Shparo, 2026: Dispersed sedimentary matter of the cryosphere surface of the Antarctic ice cover of the Schirmacher Oasis: initial results of the Moscow Youth Antarctic Expedition. In: *Modern Issues in Lithology, Marine Geology, Geochemistry, and Petrophysics – 2026. Science. Education. Practice*. Moscow, OOO "MAKS Press", 212–215, EDN: XITUYU

45. Obukhov, A. S., 2021: In Focus: From Spontaneous Cognitive Activity to Purposeful Research. *Researcher,* 3–4 (35–36), 7–10, EDN: PQKDUC
46. Obukhov, A. S., 2023: Research and Project Activities of Students in Modern Russia: A Prospective Reflection. *Researcher*, 1–2 (41–42), 18–34, EDN: GFKVUV
47. Obukhov, A. S., S. G. Kosaretsky, M. V. Mozhaeva, and I. A. Smirnov, 2021: Developing Environmental Literacy and Environmentally Responsible Behavior through Engaging Students in Research, Design, and the Media Environment. *Researcher*, **1–2** (33–34), 32–51, EDN: DMRVHH
48. Parma, R. V., 2022: Civic Activity of Generations in Contemporary Russian Society. *Bulletin of the Institute of Sociology*, **13** (2), 31–47, EDN: VMDWKO, https://doi.org/10.19181/vis.2022.13.2.788.
49. Rudnick, R. and S. Gao, 2003: The role of lower crustal recycling in continent formation. *Geochimica et Cosmochimica Acta Supplement*, **67** (18), 403, https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2003GeCAS..67Q.403R/abstract
50. *Science: in Time and Space. The World of Science*. 2023, Ed. V. A. Kryukov. Novosibirsk, IEOPP SB RAS, **1**, 342 p., http://lib.ieie.nsc.ru/docs/2023/015.pdf
51. Semyonov, E. V., 2024: The Eternal Question of Integrating Science and Education. *Science Management: Theory and Practice*, **6** (4), 9–12, EDN: TXWFEC
52. Semyonov, E. V., 2025: Scientific Production as an Object of Management. *Science Management: Theory and Practice*, **7** (4), 31–53, EDN: EYEDYU, https://doi.org/10.19181/smtp.2025.7.4.2
53. Slobodchikov, V. I., 2022: *National Doctrine of Education of the Russian Federation: Status and Meaning*. Public Education, **4**, 25–27, EDN: UMHASK
54. Slobodchikov, V. I. and A. V. Leontovich, 2020: An Anthropological Approach to Diagnostics of Educational Outcomes in the System of Scientific and Practical Education. *Pedagogical Education and Science*, **5**, 107–117, EDN: XZUYIR
55. Slomnyuk, S. V., B. V. Baranov, E. A. Novichkova, N. V. Kozina, K. M. Smirnova, K. S. Yakimova, A. G. Matul, E. A. Moroz, and M. D. Kravchishina, 2025: Conditions of Shallow-Water Contourite Drift Formation in the Kara Sea. *Oceanology*, **65** (1), 156–168, EDN: DPGENH, https://doi.org/10.7868/s3034597925010128
56. Smirnov, I. A. and M. D. Shparo, 2020: Scientific and Pedagogical Results of the Educational Project "Great Arctic Expedition 2018". *Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU-2020)".* Publ., PoliPRESS LLC., **1**, 363–364, EDN: VDFPEQ
57. Smirnov, I. A. and N. Yu. Smirnova, 2023: Scientific Volunteering and Citizen Science in School Environmental Research. *Chemistry at School*, **6**, 2–4, EDN: WALSYY
58. Smirnov, I. A. and N. Yu. Smirnova, 2024: Project Workshop: From Theory to Practice. *Chemistry at School*, **1**, 56–61, EDN: OYTPPF
59. Smirnov, I. A. and M. D. Shparo, 2025: Moscow Youth Antarctic Expedition. *Researcher*, **1–2** (49–50), 249–261, EDN: FSNKBU
60. Smirnov, I. A., A. N. Novigatsky, and A. S. Savvichev, 2026: School Research in the Format of Scientific Volunteering. *Chemistry at School*, **2**, 53–57, EDN: LBYGKE, https://doi.org/10.62709/0368-5632-2026-2-53-57
61. Smirnova, K. M., E. A. Novichkova, A. G. Matul, S. V. Slomnyuk, and M. D. Kravchishina, 2023: Paleooceanological reconstructions of sedimentation environments in the Kara Sea in the Holocene. In: *Geology of the Seas and Oceans. Proceedings of the XXV International Scientific Conference (School) on Marine Geology*, 113–117, EDN: NWWDIY
62. Smirnova, K. M., E. A. Novichkova, N. V. Kozina, S. V. Slomnyuk, A. G. Matul, and M. D. Kravchishina, 2024: Stages of River Water Influx onto the Southwestern Shelf of the Kara Sea in the Holocene Based on Benthic Foraminifera Data. In: *Integrated Studies of the World Ocean. Proceedings of the VIII All-Russian Scientific Conference of Young Scientists*. Vladivostok, NSCMB FEB RAS, 441–442, EDN: CNXCQH

63. Sharmar, V. D., V. P. Tereshchenkov, A. V. Gavrikov, A. V. Sinitsyn, M. D. Kravchishina, A. A. Klyuvitkin, A. N. Novigatsky, N. D. Tilinina, S. V. Pisarev, and S. K. Gulev, 2025: Stationary weather buoy in the Barents Sea as a component of the national monitoring system for climate-active substances. *Oceanology*, **65** (1), 181–186, EDN: DPATMI, https://doi.org/10.7868/s3034597925010141
64. Shved, V. A., A. V. Egorov, M. D. Kravchishina, E. A. Kudryavtseva, A. N. Novigatsky, and A. S. Savvichev, 2024: Methane concentration in the southern part of the Kara Sea based on the results of the 89th cruise of the research vessel "Akademik Mstislav Keldysh". In: *Integrated Studies of the World Ocean. Proceedings of the VIII All-Russian Scientific Conference of Young Scientists.* Vladivostok, NSCMB FEB RAS, 507–508, EDN: MWKVHB
65. Shved, V. A., V. Yu. Kalgin, M. D. Kravchishina, A. N. Novigatsky, E. A. Kudryavtseva, A. V. Egorov, and I. D. Streletskaya, 2025: Methane in water and bottom sediments in the subaqueous permafrost zone on the western Arctic shelf of Eurasia. In: *Proceedings of the VIII International Geological and Geophysical Conference "GeoEurasia-2025. Geological Exploration Technologies: Science and Business"*. Tver, 215–219, EDN: SVGOJO
66. Shevchenko, V. P., 2006: *The influence of aerosols on the environment and marine sedimentation in the Arctic*. Moscow, Nauka, 231 p., EDN: QKFWQP
67. Shevchenko, V. P., O. S. Pokrovsky, D. P. Starodymova, E. V. Vasyukova, A. P. Lisitsyn, S. I. Drovnina, N. S. Zamber, N. M. Makhnovich, A. S. Savvichev, and J. Sonke, 2013: *Geochemistry of epigeic lichens of the White Sea drainage basin*. Reports of the Academy of Sciences, **450** (1), 87–93, EDN: PZVNZP, https://doi.org/10.7868/S0869565213130239
68. Shevchenko, V. P., I. A. Smirnov, I. A. Krivashin, D. P. Starodymova, and A. N. Novigatsky, 2026: *Accumulation of Chemical Elements by the Epigeic Lichen Cetrariella Delisei on the Chelyuskin Peninsula (Siberian Arctic)*. LXXXI Herzen Readings. Geography: Development of Science and Education. St. Petersburg: Herzen State Pedagogical Univ. https://geographyreadings.herzen.spb.ru/
69. Shishkina, A. D., A. N. Novigatsky, I. A. Smirnov, D. A. Ternovoy, Ya. I. Kalashnikova, and A. S. Savvichev, 2025: Composition of the Cryosol on the Surface of the Antarctic Ice Sheet of the Shirmakhera Oasis, Novolazarevskaya Station. *Geology of the Seas and Oceans: Proceedings of the XXVI International Scientific Conference (School) on Marine Geology*. Vol. II. Moscow, Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, 274–278, EDN: VZGMXE
70. Vinogradova, A. A., E. I. Kotova, and V. Yu. Topchaya, 2017: Atmospheric Transport of Heavy Metals to Northern Regions of European Russia. *Geography and Natural Resources*, **1**, 108–116, EDN: YIXIFB, https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-1(108-116)
71. *World Ocean. Physics, Chemistry, and Biology of the Ocean. Sedimentation in the Ocean and the Interaction of the Earth's Geospheres*. 2014, Ed. by Corresponding Member L. I. Lobkovsky and Academician R. I. Nigmatulin. Moscow, Nauchny Mir, 576 p., ISBN 978-5-91522-344-7.
72. Yakimova, K. S., M. D. Kravchishina, N. V. Politova, M. P. Chekhovskaya, A. G. Matul, and E. A. Novichkova, 2022: New find of Vedde-type ash in the Lofoten Basin of the Norwegian Sea. In: *Marine Research and Education (MARESEDU)-2022. Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference*, Tver, 145–149, EDN: AWSBKV

Submitted 20.05.2026, accepted 20.06.2026.
For citation: Novigatsky, A. N., V. P. Shevchenko, A. S. Savvichev, and I. A. Smirnov, 2026: An integrated approach to the system of geological education based on the experience of organizing children's, youth and student research and project work at the Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences. *Journal of Oceanological Research*, **54** (2), 155–187, https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2026.54(2).9

ISSN (online): 2587-9634 / ISSN (print): 1564-2291
Океанологические исследования. 2026. Том 54. № 2. С. 155–187

以俄罗斯科学院 SHIRSHOV INSTITUTE OF OCEANOLOGY 组织青少年及大学生科研与项目工作经验为例的地质教育系统综合方法

A. N. Novigatsky[1], V. P. Shevchenko[1], A. S. Savvichev[2], I. A. Smirnov[3]

[1] Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 邮编 : *117997, Russia,*
电子邮箱: *novigatsky@ocean.ru, vshevch@ocean.ru*;
[2] Vinogradsky Institute of Microbiology,
Federal Research Center of Biotechnology, Russian Academy of Sciences,
Bldg. 7/2, 60th Anniversary of October Ave, Moscow, 邮编 : *117312, Russia,*
电子邮箱: *savvichev@mail.ru*;
[3] St. Basil the Great Gymnasium, ANOO,
Bldg. 1, Kokoshkinskoye Shosse, Zaitsevo, Moscow Region, 邮编 : *141006, Russia,*
电子邮箱: *Smirnov_ia@vasiliada.ru*

本文阐述了俄罗斯科学院海洋研究所部分科研人员与莫斯科市多所重点中学、高中及高校学生开展科研与项目工作的二十余年积极经验。该工作模式有助于显著提高不同社会生产领域 (包括科学本身) 的人才培养水平。

关键词 : 大学生与青少年科研工作 , 地质教育 , 沉积学 , 海洋地质学 , 科研机构 , 北极 , 南极

致谢 : 本研究在俄罗斯联邦科学与高等教育部下达给 Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences 的国家任务 (课题编号 : FMWE-2024-0020) 框架内完成。“结果与讨论” 部分中气候实验的结果是在俄罗斯联邦科学与高等教育部项目框架内完成的 , 该项目利用独特科研装置 “Optik” Tu-134实验室飞机进行 “人为与自然因素研究”。“结果与讨论” 部分中关于国家气候变化监测与气候活性物质监测体系发展的成果 (涉及分析支出) 由俄罗斯科学基金会资助 (项目编号 : 23-77-30001 , https://rscf.ru/project/23-77-30001/)。考察工作使用了隶属于俄罗斯科学院海洋研究所 “科考船队” 中心共享平台的 “Akademik Mstislav Keldysh” 号科考船 (https://rv.ocean.ru/flot/abf/nis-akademik-mstislav-keldyish) 的设备。