ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ

Наименование грантового проекта: «Ямальский меридиан: нефтегазовый комплекс и окружающая среда».

Грантополучатель: Московское городское отделение Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».
Дата создания: 03.04.2015
ОГРН 1157700004417
ИНН 7710493410
КПП 771001001
Юридичкеский адрес 109012, город Москва, Новая пл., д. 10 стр. 2, офис 304
Фактический адрес 109012, город Москва, Новая пл., д. 10 стр. 2, офис 304
Председатель Касимов Николай Сергеевич.

Отчет о реализации проекта за период с «25» января 2023 г. по «24» января 2024 г., осуществленного за счет средств, полученных от Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» в рамках гранта по Договору 30/2022-И о предоставлении гранта от «27» января 2023 г.

Научная новизна проекта *(согласно ТЗ проекта)***:**

Актуальность исследований определяется распространением потенциально токсичных компонентов, образующихся в результате деятельности предприятий нефтегазового комплекса, в атмосфере, почве, снежном покрове, поверхностных водах и донных осадках, что определяет необходимость выполнения комплексных экспедиционных исследований состояния природных сред в индустриально-развитых регионах. Получение новых фундаментальных знаний о миграции потенциально токсичных компонентов в системе сопряженных сред «атмосферный аэрозоль – снежный покров – почва – поверхностные воды – донные осадки» даст возможность оценить их миграционную активность в ландшафтах крупнейшего нефтедобывающего региона севера Западной Сибири.

Социальная и/или экономическая значимость проекта *(согласно ТЗ проекта)***:**

Задача изучения влияния эмиссий нефтегазового сектора на состав компонентов сопряженных сред вблизи объектов нефтегазового комплекса и в удаленных фоновых районах определяет новизну данного проекта. Результаты проекта важны для экологического мониторинга окружающей среды и совершенствования нормативной базы оценки техногенного воздействия.

Цель (цели) проекта *(согласно ТЗ проекта)***:**

Продолжение комплексных исследований распространения потенциально токсичных компонентов в атмосфере, почве, снежном покрове, поверхностных водах и донных осадках индустриально-развитого региона ЯНАО с целью определения влияния техногенных эмиссий на распределение полей тяжелых металлов, металлоидов и полициклических ароматических углеводородов.

Задачи проекта *(согласно ТЗ проекта)***:**

1. Проведение экспедиционных исследований в зимний и летний период с целью выявления содержания и особенностей распределения черного углерода в атмосферных аэрозолях, тяжелых металлов, металлоидов и ПАУ в снежном покрове, поверхностных водах и взвешенных наносах индустриально-развитого региона ЯНАО. Сбор данных для оценки техногенного воздействия на окружающую среду в районе населенных пунктов (Новый Уренгой, Надым).
2. Обобщение полученных данных о содержании потенциально токсичных элементов и соединений в компонентах ландшафтов района исследований, в т.ч. по ранее проведенному проекту РГО.
3. Проведение эколого-геохимической и гигиенической оценки загрязнения компонентов ландшафтов с расчетом геохимических показателей.

I. Мероприятия и работы, выполненные в рамках проекта:

Зимний экспедиционно-аналитический	
Плановый срок реализации:	25.01.2023–20.05.2023
Фактический срок реализации:	25.01.2023–19.05.2023
Место:	ЯНАО, г. Новый Уренгой, г. Надым; г. Москва; г. Иркутск
Работы в рамках этапа:	1.1. Геохимическое опробование снежного покрова в гг. Нов. Уренгой и Надым, подготовка проб к анализу (всего не менее 40 проб). 1.2. Определение элементного состава снежных и аэрозольных проб методом ICP-MS (ICP-AES). 1.3. Определение содержания ПАУ в снежных пробах и аэрозолях. 1.4. Определение содержания водорастворимых ионов в снежных пробах и аэрозолях.
	Ответственные лица: *Лычагин М.Ю., Шарапова А.В.*
	Участники: *Безбердая Л.А., Пузанова Т.А., Семенков И.Н., Дубровская Т.В., Ковач Р.Г., Тришин А.Ю., Котов Д.В., Хребтенко А.С., Боков М.А., Кузьмин А.Д., Нестеров А.Д., Чичерин С.И., Полтава А.Н., Сафина А.С., Соколовская П.Ю., Шарикова П.С., Факирдинова А.А.*
	Партнеры: *Аналитический сертификационный испытательный центр (АСИЦ) Лимнологический институт СО РАН*
	Результаты работ: Проведен количественный химический анализ широкого комплекса элементов в пробах снеговой воды и пыли методом ICP-MS/ICP-AES. Проведен анализ содержания ПАУ в пробах снеговой пыли.
	Даты работ или мероприятий:
Задачи проекта, решенные в ходе работ или мероприятий этапа:	1.1. Проведено геохимическое опробование снежного покрова в гг. Нов. Уренгой и Надым. Отобрано 44 пробы. Проведена подготовка проб к анализу. 1.2. Проведен химический анализ 44 проб снеговой пыли на фильтрах методом ICP-MS (ICP-AES). 1.3. Проведено определение содержания 16 соединений ПАУ в 42 пробах снеговой пыли на фильтрах методом хромато-масс-спектрометрии. 1.4. Определено содержание водорастворимых ионов в 44 пробах снеговых вод.
Примечания:	Изучение химического состава аэрозолей перенесено на 2 этап.
Летний экспедиционно-аналитический	
Плановый срок реализации:	21.05.2023–30.09.2023
Фактический срок реализации:	20.05.2023–29.09.2023
Место:	Надымский, Пуровский районы ЯНАО, г. Новый Уренгой
Работы в рамках этапа:	2.1. Гидролого-геохимические исследования на опорных створах рек бассейна р. Пур: измерение расходов воды, определение физико-химических свойств речных вод, отбор проб воды и речной взвеси, подготовка проб к анализу. 2.2. Анализ макрокомпонентного состава речных вод. 2.3. Проведение летней серии измерений концентрации чёрного углерода в составе аэрозолей г. Н. Уренгоя.
	Ответственные лица: *М.Ю.Лычагин, Д.И.Соколов, О.Б.Поповичева*
	Участники: *Ковач Р.Г., Хозяинова Д.А., Хребтенко А.С., Семенова А.В., Прилипова Е.С., Котов Д.В., Крастынь Е.А., Поршева С.П., Ефимов В.А., Дубровская Т.В., Пузанова Т.А., Кобелев В.О.*
	Партнеры:
	Результаты работ:
	Даты работ или мероприятий:

<table>
<tr><td>Задачи проекта, решенные в ходе работ или мероприятий этапа:</td><td>Проведены гидролого-геохимические исследования на опорных створах рек бассейна р. Пур в половодье и межень: измерены расходы воды, определены физико-химические свойства речных вод, отобрано 58 проб воды и речной взвеси, проведена подготовка проб к анализу.
Проведен анализ макрокомпонентного состава 57 проб речных вод.
Проведена серия непрерывных наблюдений на Аэрозольном комплексе МГУ в г. Нов. Уренгой в период с 7 июня по 21 сентября 2023 г. (107 дней), включающая ежедневные измерения концентрации чёрного углерода и микрочастиц в составе аэрозолей, а также отбор проб на элементный, ионный состав и содержание 16 приоритетных ПАУ.</td></tr>
<tr><td>Примечания:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторно-аналитический</td></tr>
<tr><td>Плановый срок реализации:</td><td>01.10.2023–24.01.2024</td></tr>
<tr><td>Фактический срок реализации:</td><td>30.09.2023–24.01.2024</td></tr>
<tr><td>Место:</td><td>г. Москва, г. Иркутск</td></tr>
<tr><td>Работы в рамках этапа:</td><td>3.1. Определение элементного состава речных вод и взвесей методом ICP-MS (ICP-AES).
3.2. Определение содержания ПАУ в речных взвесях.
3.3. Обработка полученных данных.
3.4. Подготовка информации для СМИ.
3.5. Подготовка научной публикации.
3.6. Подготовка научного отчета.
3.7. Подготовка информационного отчета.
3.8. Подготовка презентации для РГО.
<table>
<tr><td>Ответственные лица:</td><td>М.Ю.Лычагин, О.Б.Поповичева, Д.И.Соколов</td></tr>
<tr><td>Участники:</td><td>Чичаева М.А., Ефимов В.А., Егоров А.В., Ковач Р.Г., Дубровская Т.В., Крастынь Е.А., Пискунова А.А., Котов Д.В., Хребтенко А.С., Безбердая Л.А., Хозяинова Д.А., Пискарева В.М., Семенова А.В., Кобелев В.О., Маринайте И.И., Кустова О.В., Пузанова Т.А.</td></tr>
<tr><td>Партнеры:</td><td>Аналитический сертификационный испытательный центр (АСИЦ), Лимнологический институт СО РАН (г.Иркутск)</td></tr>
<tr><td>Результаты работ:</td><td>Проведен количественный химический анализ широкого комплекса элементов в пробах речной воды, взвесей, аэрозолей методом ICP-MS/ICP-AES. Проведен анализ содержания ПАУ в пробах речных взвесей и аэрозолей.</td></tr>
<tr><td>Даты работ или мероприятий:</td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Задачи проекта, решенные в ходе работ или мероприятий этапа:</td><td>- Проведена количественная характеристика уровней и изменчивости содержаний черного углерода, микрочастиц, главных ионов, тяжелых металлов, металлоидов и ПАУ в атмосферных аэрозолях г. Новый Уренгой; главных ионов, тяжелых металлов, металлоидов и ПАУ в снежном покрове гг. Новый Уренгой и Надым; главных ионов, тяжелых металлов, металлоидов и ПАУ в речных водах и отложениях бассейна р. Пур.
- Проведена эколого-геохимическая и гигиеническая оценка загрязнения компонентов ландшафтов района исследования.
- Дана информация о проекте на сайте РГО.
- Подготовлена к печати научная статья.
- Подготовлен научный отчет.
- Подготовлен информационный отчет.
- Подготовлена презентация результатов проекта для РГО.</td></tr>
<tr><td>Примечания:</td><td>Подготовлена к печати статья в журнал Water (Web of Science) по результатам гидролого-геохимических исследований в бассейне р. Пур.</td></tr>
</table>

II. <u>Анализ результатов осуществления проекта:</u>

II.1. Анализ соответствия проекта уставным Целям и Задачам Русского географического общества:

Проект соответствует уставным Целям и Задачам Русского географического общества.

Проект полностью соответствует уставным целям и задачам Русского географического общества. Проводилась целенаправленная работа по популяризации географии, природоохранной, образовательной, исследовательской деятельности для реализации потенциала страны, широкому привлечению молодежи к научному творчеству в области географии и смежных отраслей знаний. Выполнялись следующие уставные задачи РГО: получение, анализ и распространение достоверных географических и экологических сведений о России; содействие развитию географии и смежных наук о природе и обществе, научному творчеству, распространению и внедрению в практику достижений отечественной науки; содействие в улучшении качества географического и экологического образования. В выполнении проекта участвовало большое число студентов МГУ имени М.В.Ломоносова.

II.2. Анализ хода реализации и достижения целей проекта:

Методы и подходы:

Проведение наблюдений на Аэрозольном комплексе в г. Нов. Уренгой основано на самых современных методах и подходах. Аэрозольный комплекс представляет собой измерительную систему непрерывного мониторинга основных аэрозольных характеристик и отбора проб. Массовая концентрация частиц диаметром менее 2,5 мкм и 10 мкм оценивалась с помощью диффузионного аэрозольного спектрометра ДАС 2707-М, работающего в двух режимах. В режиме спектрометра измерялись размеры аэрозольных частиц от 0,005 до 0,2 мкм; в режиме субмикронного счётчика – в диапазоне от 0,2 до 10 мкм. Массовая концентрация черного углерода (BC) оценивалась оптическим методом с помощью аэталометра Magee Scientific AE43. Аэталометр AE43 обеспечивает измерение поглощения излучения осажденными на фильтре частицами на семи длинах волн (370, 470, 520, 590, 660, 880 и 950 нм) в диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного с временным разрешением 1 минута. Для исследования пространственной неоднородности распределения черного углерода применен метод построения розы загрязнений в полярных координатах направления и скорости ветра, который позволяет определить направление источника высоких концентраций для точки мониторинга. Определение источников черного углерода в региональном масштабе определялось методом соотношения обратных траекторий переноса воздушных масс за период наблюдений к концентрации черного углерода в момент их прихода в точку наблюдения. Отбор проб на ионный и элементный состав аэрозолей производился на кварцевые фильтры в течение 24 часов (с 9:30 утра до 9:20 утра следующего дня) с помощью аспираторной системы при скорости прокачки около 40 л в мин. Ионный состав аэрозолей анализировали методом ионной хроматографии, использовался хроматограф жидкостный ионный JETchrom (ООО «СКАНЛАБ», Россия). Анализ элементного состава аэрозолей проводился методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) анализировались в аккредитованной лаборатории гидрохимии и химии атмосферы Лимнологического института СО РАН (г. Иркутск) с использованием хромато-масс-спектрометра Agilent Technologies 7890B GC System 7000C GC-MS (Agilent Scientific Instruments, Santa Clara, California, USA) и капиллярной колонки OPTIMA®17 мс (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм). Аналогичные лабораторные методы испоьльзовались и для химического анализа других компонентов окружающей среды.

В ходе гидролого-геохимических исследований измерение расходов воды и скоростей течения проводилось с использованием акустического доплеровского профилографа течений SonTek M9. Экспериментальные наблюдения за потоками микрочастиц в речных водах проводили оригинальным запатентованным методом ловушек.

Научные мероприятия:

2 научных конференции.

Конференция молодых ученых и студентов «Ломоносов-2023». Москва, МГУ. Студенческий доклад по итогам зимней экспедиции в Новый Уренгой и Надым.

Ландшафтная конференция, Воронеж, 17-21 мая 2023 года. Доклад Поршевой С.П. по результатам ранее проведенных гидролого-геохимических исследований в бассейне р. Пур.

Степень реализации рабочего плана:

Рабочий план реализован полностью, с существенным перевыполнением по аэрозольной тематике.

Запланированная на 1 этап организация аэрозольного комплекса в районе г. Надыме оказалась труднореализуемой, поэтому было принято решение о размещении аэрозольного комплекса в г. Новом Уренгое. Работы по организации комплекса были завершены в мае 2023, непрерывные наблюдения начались 7 июня. Блок аэрозольных исследований по согласованию с Исполнительной дирекцией РГО был перенесен на 2 этап (Дополнительное соглашение №1).

Трудности:

В 2021-2022 гг. исследования проводились на основе аэрозольного комплекса на о. Белый. В начале 2023 г. комплекс на о. Белый был демонтирован, продолжение исследований планировалось в районе г. Надыма. Это нашло отражение в техническом задании и календарном плане проекта, где этап 1 «Зимний экспедиционно-аналитический» (25 января – 20 мая 2023 г.) включал проведение серии измерений концентрации чёрного углерода в составе аэрозолей Надымского района ЯНАО, этап 2 «Летний экспедиционно-аналитический» (21 мая – 30 сентября 2023 г.) – продолжение измерений концентрации чёрного углерода в составе аэрозолей Надымского района ЯНАО.

Организация аэрозольного комплекса в районе г. Надыма оказалась труднореализуемой, поэтому было принято решение о размещении аэрозольного комплекса в г. Новом Уренгое. Работы по организации комплекса были завершены в мае 2023, непрерывные наблюдения начались 7 июня. Блок аэрозольных исследований по согласованию с Исполнительной дирекцией РГО был перенесен на 2 этап (Дополнительное соглашение №1).

В Новом Уренгое удалось организовать непрерывные наблюдения на протяжении 3,5 месяцев. Были получены результаты измерений не только черного углерода, как это значилось в исходном техническом задании, но и элементного и ионного состава аэрозолей, а также содержания 16 приоритетных ПАУ. Лабораторная и камеральная обработка полученного массива данных существенно увеличила трудоемкость 3 этапа проекта (Лабораторно-аналитического), однако позволила в итоге получить уникальные результаты.

Достаточность ресурсов:

В целом запланированных ресурсов было достаточно.

II.3. Анализ эффективности проекта:

В результате реализации проекта получен значительный научный, научно-технический, экологический и образовательный эффект.

В городе Новый Уренгой установлен Аэрозольный комплекс МГУ, открывший новый этап внедрения современных достижений инструментальной системы экологического мониторинга состояния атмосферы в регионе, наиболее чувствительном к экологическим и климатическим изменениям в результате хозяйственной деятельности. На аэрозольном комплексе проведена 107-дневная серия непрерывных наблюдений с целью оценки пространственного распределения экологически опасных и токсичных аэрозольных загрязнений, влияния городских, транспортных и индустриальных эмиссий на состояние окружающей среды и здоровье населения.

Установка и работа нового аэрозольного комплекса в арктических условиях – нестандартная задача, в решении которой наряду с сотрудниками принимали непосредственное

участие студенты географического факультета МГУ. Ежедневный контроль за работой приборов, отбор проб, создание структуры базы данных, текущее техническое обслуживание оборудования – выполнение всех этих элементов работы на Аэрозольном комплексе позволило получить не только практические навыки работ, но и во многом ценный опыт организации и проведения полного цикла комплексных полевых аэрозольных исследований, от установки комплекса до обработки полученных с его помощью достоверных сведений о состоянии атмосферы.

Зимние экспедиционные исследования загрязнения снежного покрова в Новом Уренгое и Надыме проведены силами молодых ученых и студентов географического факультета МГУ.

II.4. Выводы:

Научные результаты:

На основе результатов непрерывных измерений полной массовой концентрации аэрозолей PM10 и PM2.5 и черного углерода, полученных на Научном инструментальном аэрозольном комплексе МГУ, показано, что атмосфера города Новый Уренгой испытывает значительное влияние эмиссий сжигания углеводородов на факельных установках Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения, а также дымовых эмиссий природных пожаров на юге Сибири. В период с 7 июня по 21 сентября 2023 г. эпизоды загрязнения наблюдались в 22% наблюдений. Средняя концентрация черного углерода в эти эпизоды возрастала до 4 раз по сравнению с городским фоном. Зарегистрированные восточное и северо-восточное направления источников высоких концентраций черного углерода индицируют загрязнение, связанное с объектами топливно-энергетического комплекса, со стороны которых многократно наблюдались шлейфы факельных установок УНГКМ. Анализ компонентов черного углерода в аэрозольной нагрузке городского фона показывает доминирующий вклад (в среднем 88%) эмиссий автотранспорта и объектов ТЭК.

В результате исследования ионного состава аэрозолей г. Новый Уренгой показана сильная изменчивость концентраций неорганических ионов. Суммарная концентрация ионов и относительное содержание в полной сумме ионов определяется, главным образом, ионами сульфата и аммония. Выявлены эпизоды повышения концентраций этих ионов, совпадающие с эпизодами загрязнения черным углеродом, что указывает на единый источник загрязнения.

Изучение элементного состава аэрозолей показало, что концентрации большинства элементов выше во время эпизодов загрязнения, чем в периоды городского фона. Это может быть связано как с их поступлением от источников загрязнения, так и с общим увеличением запыленности атмосферы в эти периоды. В периоды городского фона выше концентрации металлов, поступающих в атмосферу от автотранспорта: Mo, Cu, Zn, Sn, W, Cr, Ca. В эпизоды загрязнения наблюдается обогащение аэрозолей Sb, S, Pb и Ba. Обогащение аэрозолей в эпизоды загрязнения связано с повышенными концентрациями этих элементов в выбросах промышленных установок и транспортных средств объектов УНГКМ.

Изучение содержания ПАУ в атмосферных аэрозолях показало, что повышенные в среднем на 40% концентрации ПАУ характерны для периодов загрязнений, выделенных по содержанию черного углерода, что указывает на УНГКМ как общий источник аэрозольной нагрузки города.

Геохимический анализ снеговых вод показал, что антропогенная нагрузка на окружающую среду в Новом Уренгое существенно выше, чем в Надыме. Это проявляется в ионном составе снеговых вод, показателях пылевых выпадений, содержания и поставки тяжелых металлов, металлоидов и полиаренов. В первую очередь это обусловлено большей численностью населения, более значительной промышленной и транспортной нагрузкой в Новом Уренгое. Однако ряд показателей (соотношение тяжелых и легких ПАУ, содержание соединений азота в снеговых водах) свидетельствует о влиянии факельных установок Уренгойского месторождения, проявляющемся повсеместно, во всех функциональных зонах города, что подтверждает результаты, полученные на Аэрозольном комплексе МГУ.

В реках бассейна р. Пур в растворенной форме накапливаются Fe, Al и Zn. Содержание других металлов и металлоидов в большинстве случаев ниже среднемирового, что вероятно

обусловлено слабой интенсивностью водной миграции микроэлементов в условиях холодного субарктического климата, при котором снижается скорость химического и биологического выветривания и возрастает относительная роль сорбционной иммобилизации. Содержание V, Pb и Mo, к повышению концентраций которых в воде часто приводит нефтегазовая индустрия, в бассейне Пура было низким и не превышало среднемирового уровня. Во взвешенной форме в реках относительно накапливаются Fe и Mn, что связано с их осаждением на кислородном геохимическом барьере. Наибольшая сезонная изменчивость содержания тяжелых металлов (Zn, Ni, Co, Pb, Mn) характерна для вод р. Евояха, испытывающей антропогенное воздействие на локальном участке в пределах г. Н.Уренгоя.

Состав полиаренов во взвеси – весьма однородный по всей территории исследования, с незначительными колебаниями долей индивидуальных соединений. Повсеместно преобладающая ассоциация – аценафтеново-фенантроново-нафталиновая. В составе полиаренов во взвеси изученных рек преобладают легкие 2-3 кольчатые структуры, средние (3-4 кольчатые) представлены в значительно меньшем количестве (до 15% от общей массы), а тяжелые полиарены отсутствуют. Отсутствие тяжелых ПАУ и малая доля средних ПАУ могут служить показателем петрогенного, т.е. природного, происхождения полиаренов во взвеси.

Материальные результаты:

1. Научный отчет по результатам проекта.
2. Протоколы результатов химических анализов.
3. Фотоархив.
4. Магистерская диссертация С.П.Поршевой «Формы миграции металлов и металлоидов в речных водах бассейна р. Пур». Москва, Географический факультет МГУ. 2023.

Новые знания и технологии:

Организация Аэрозольного комплекса МГУ в Новом Уренгое внесла значительный вклад в сферу разработки и применения современных технологий экодиагностики атмосферы для исследований степени аэрозольного загрязнения атмосферы в удалённых арктических районах, где ещё недостаточно данных оценки влияния крупномасштабного переноса, пространственного распределения и интенсивности источников загрязнений.

Практическое использование:

Результаты проекта важны для экологического мониторинга окружающей среды и совершенствования нормативной базы оценки техногенного воздействия.

III. Освещение деятельности по проекту в СМИ:

№	СМИ / сайт / портал	Ссылка	Заголовок	Дата
1	Официальный сайт РГО	https://www.rgo.ru/ru/article/ekspediciya-yamalskiy-meridian-vnedryaet-sovremennyy-tehnologii	ЭКСПЕДИЦИЯ "ЯМАЛЬСКИЙ МЕРИДИАН" ВНЕДРЯЕТ СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16.08.2023
2	Официальный сайт МГУ	https://www.msu.ru/science/news/k-270-letiyu-mgu-na-geograficheskom-fakultete-vozrodili-premiyu-imeni-d-n-anuchina.html	К 270–летию МГУ на географическом факультете возродили Премию имени Д.Н.Анучина	15.12.2023

IV. Научные публикации по проекту:

Отсутствуют.

V. Приложения:

1. Научный отчет.
2. Электронная презентация проекта.

3. Печатная презентация проекта.
4. Печатная статья.

VI. Считаете ли Вы возможным и необходимым в дальнейшем самостоятельно продолжать работу в поддержанном Русским географическим обществом направлении?

Начатую работу возможно и необходимо продолжать в выбранном направлении.

VII. Пожелания:

Подтверждаем, что все указанные в данном отчете сведения нами проверены и являются верными.