



**Памяти
Алексея Григорьевича РЯБОШАПКО
(1942-2021 гг.)**

20 февраля 2021 г. на 79 году ушел из жизни Алексей Григорьевич Рябошапко, проработавший пятьдесят лет сначала в Институте прикладной геофизики, а потом в Институте глобального климата и экологии. Всю свою долгую научную жизнь он занимался важными проблемами окружающей среды и изменения климата – от мониторинга радиоактивного загрязнения и трансграничного атмосферного переноса кислотных осадков до разработок методов стабилизации глобальной климатической системы. Его научные заслуги и достижения, а также обширная международная научная деятельность совместно с ведущими зарубежными учеными в области атмосферной химии позволили России на равных участвовать в поисках решений указанных проблем.

Рябошапко А.Г. был одним из ведущих в России и за рубежом специалистов в области геофизики, геоэкологии, климатологии и химии атмосферы. К его основным научным интересам относились вопросы распространения в геосферах искусственных радионуклидов, региональные и глобальные балансы загрязняющих веществ, дальний перенос закисляющих веществ,

поиск возможностей воздействия на глобальный энергетический баланс для предотвращения негативных последствий потепления климата Земли.

В 1967 году, сразу после окончания Московского института нефтехимической и газовой промышленности по специальности «Радиационная химия», Алексей Григорьевич пришел на работу в Институт прикладной геофизики (носящий сейчас имя академика Е.К. Федорова), где участвовал в решении научных задач, связанных с обеспечением оборонных потребностей страны. С 1967 по 1990 гг. Алексей Григорьевич занимался исследованиями в области радиационного мониторинга природной среды, принимал участие в работах по контролю загрязнения в ходе ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. В период 1968-1971 гг. А.Г. Рябошапко участвовал, в том числе, в качестве начальника экспедиционного отряда Института прикладной геофизики, в специальных морских экспедициях, выполняя задачи обнаружения проводившихся иностранными государствами испытаний ядерного оружия и получения информации об атмосферном переносе радиоактивных продуктов испытаний и о характеристиках использовавшихся ядерных зарядов. Судовой сетью мониторинга фиксировались характеристики радиоактивных продуктов французских (архипелаг Туамоту)¹⁾ и китайских (полигон Лобнор) атмосферных ядерных взрывов, а также подземного американского взрыва на полигоне в Неваде, сопровождавшегося аварийным выбросом радиоактивности в атмосферу. Позже экспедиционными судами были обнаружены радионуклиды чернобыльского происхождения и исследованы их характеристики.



Рисунок 1. Маршрут и фотографии участников рейса научно-исследовательского судна погоды «Муссон»

¹⁾ Некоторые подробности мониторинга французских ядерных испытаний 1970 года приведены в работе Гребенюка А.Я. (1996).

Концентрация суммарной бета-активности и суммы радионуклидов циркония-95 + ниобия-95 за 1974-1988 гг. в точке «С» «52°45' с.ш. 35°30' з.д.»

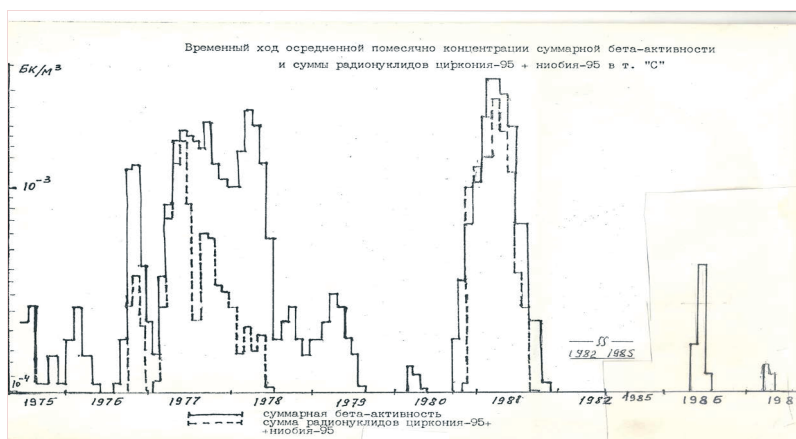


Рисунок 2. Временной ход осредненной концентрации суммарной бета-активности и суммы радионуклидов циркония-95+ниобия-95 в точке «С», по данным судовой сети мониторинга

В сотрудничестве с другими сотрудниками института Алексей Григорьевич разработал методику радионуклидного анализа аэрозолей. Эта методика, показав свою эффективность, была внедрена в практику и в течение длительного времени использовалась на судовой сети Госкомгидромета СССР. Из-за секретности этих работ их результаты не были напечатаны в научных изданиях, однако некоторые из полученных результатов были позже опубликованы в сборнике «Гамма- и бета-спектрометрические методы анализа атмосферного аэрозоля» (Константинов и др., 1980), а также представлены на состоявшейся в 2011 г. в Обнинске конференции «50 лет общегосударственной радиометрической службе». По результатам работ А.Г. Рябошапко получил два свидетельства на изобретения по специальной тематике.

А.Г. Рябошапко после произошедшей Чернобыльской аварии с первых дней участвовал в работах по ликвидации последствий этой аварии в качестве специалиста по радиационному мониторингу. Несколько раз он назначался представителем Госкомгидромета СССР при Правительственной комиссии по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. За свою самоотверженную работу в качестве ликвидатора Чернобыльской аварии Алексей Григорьевич был награжден орденом «Знак почета».

Многие годы А.Г. Рябошапко представлял интересы Российской Федерации в международном Научном комитете по проблемам окружающей среды (СКОПЕ). Он был участником проводившегося под эгидой СКОПЕ международного проекта RADTEST (Radiation from Nuclear Test Explosions) и вместе с другими российскими участниками этой работы внес вклад в коллективные

монографии, изданные в рамках этого проекта (Ryaboshapko et al., 1998; Izrael et al., 1998). Одним из оригинальных исследований по тематике радиоактивного загрязнения, опубликованных А.Г. Рябошапко, была написанная им в соавторстве с Ю.А. Израэлем и И.М. Назаровым статья, посвященная техногенным выбросам радионуклида ^{85}Kr и их воздействию на атмосферу и климат (Израэль и др., 1982). Следует также указать на вклад Алексея Григорьевича в издание на русском языке монографии, посвященной миграции радионуклидов в окружающей среде (Пути миграции..., 1999).

В ноябре 1979 года в Женеве на Общевропейском совещании по охране окружающей сред была подписана «Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния», а также принята «Резолюция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния». Конвенция в области контроля трансграничного переноса загрязняющих веществ требовала осуществления и развития «Совместной программы наблюдения и оценки распространения на большие расстояния загрязняющих веществ в Европе» (ЕМЕП). А.Г. Рябошапко в качестве ведущего эксперта был привлечен к деятельности по подготовке научно-организационных основ и механизмов обеспечения выполнения Конвенции ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха. К 1980 году под научно-практическим руководством А.Г. Рябошапко на территории СССР вдоль западной границы была создана специализированная сеть станций мониторинга трансграничного загрязнения атмосферы, состоящая из 8 станций, вошедших в единую европейскую сеть. К 1991 году, вплоть до развала СССР, число станций было увеличено до 12. Алексей Григорьевич участвовал в разработке научно-методических основ мониторинга трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. Были сформулированы основные принципы организации сети мониторинга ЕМЕП, обоснованы требования к размещению наземной сети станций ЕМЕП, а также разработаны способы передачи информации в Координационный Химический Центр программы ЕМЕП (Назаров и др., 1984; Израэль и др., 1987). Одновременно на базе Института прикладной геофизики, в условиях постоянного дефицита финансирования, была создана аналитическая лаборатория, отвечающая всем современным требованиям стандарта качества программы ЕМЕП. Принцип проведения всех измерений в одной лаборатории был исключительно важен для обеспечения достоверности получаемых данных.

Система мониторинга трансграничного загрязнения ЕМЕП активно развивалась под руководством Алексея Григорьевича более 40 лет и продолжает успешно функционировать и в настоящее время. В целом программа ЕМЕП нацелена на решение нескольких экологических проблем регионального и глобального уровня. В первую очередь, это закисление природной среды (Израэль и др., 1989; Рябошапко, 1984). Однако экологические проблемы европейской части России не ограничивались только закислением атмосферных осадков. Остро вставали проблемы дальнего атмосферного переноса фотооксидантов, тяжелых металлов, устойчивых органических соединений, загрязнение атмосферы мелкими аэрозольными частицами ($\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10}) (Лысак и др., 1979). Анализ данных мониторинга позволил оценить мас-

штабы и долговременные тенденции переноса загрязняющих веществ из стран Западной Европы на территорию России. Получены длительные непрерывные ряды наблюдений загрязняющих веществ на ряде станций. Также важнейшим итогом работы программы ЕМЕП явилось обеспечение верификационной базы моделей дальнего трансграничного переноса загрязняющих веществ на уровне Европы в целом. Алексей Григорьевич активно участвовал в этот период в организации международных конференций и симпозиумов, подготовил к изданию несколько монографий, сборников, большое число статей и международных отчетов.

С самого начала своей деятельности в области химии атмосферы и на протяжении нескольких десятков лет А.Г. Рябошапко интересовался вопросами атмосферных балансов серы и азота глобального и континентального масштабов, с учетом их содержания в виде разных соединений. В ходе обработки результатов, полученных в морских экспедициях в Тихом океане (Рябошапко и др., 1978а; Андрюков и др., 1978), а также информации из ряда международных статей и отчетов им были оценены средние уровни атмосферных концентраций соединений серы в глобальном масштабе, что позволило впервые рассчитать глобальное общее содержание серы в атмосфере. После обобщения и систематизации результатов исследований о выведении серы из атмосферы, ее фоновом содержании в пограничном слое морских акваторий и эмиссии ее соединений природными источниками был впервые построен глобальный атмосферный баланс серы, оценены среднее время жизни ее в атмосфере и поступление в океанский резервуар (Рябошапко и др., 1978б). Более глубокое развитие эта тематика получила в совместных междисциплинарных работах по исследованию глобального биогеохимического цикла серы, в которых А.Г. Рябошапко на базе большого накопленного и литературного материала рассмотрел и представил атмосферную часть цикла миграции этого элемента в многокомпонентной системе планеты Земля (Рябошапко, 1983). В дальнейшем, используя новые данные о пространственной и временной изменчивости разных соединений серы, интенсивности процессов их химической трансформации и выведения из воздушной среды, им в соавторстве с ведущими мировыми учеными были подготовлены новые результаты, показывающие, прежде всего, изменение кислотности выпадений и их значительную пространственную неоднородность, связанную с изменением атмосферного баланса серы в 1960-1980-е годы под влиянием на него деятельности человека (Бримблекомб и др., 1989; Brimblecombe et al., 1989).

Продолжение исследований в этой области было направлено на оценку роли антропогенных выбросов в формировании уровня загрязнения континентальных регионов и атмосферных балансов серы и азота на территории России и бывшего СССР. Ряд этих работ начался с оценки исторических изменений поступления SO_2 в результате деятельности человека в XIX-XX веках по данным о сжигании топлива, производству продукции металлургии и некоторых видов химической промышленности (Афиногенова, Рябошапко, 1988). В ходе проекта международного сотрудничества с Международным метеоро-

логическим институтом (ММИ) Стокгольмского Университета, ВМО и учеными в странах бывшего СССР были подготовлены несколько отчетов и научных статей. В них представлены результаты расчетов выбросов в атмосферу серо- и азотсодержащих соединений, полученных А.Г. Рябошапко с соавторами с использованием экономико-статистического подходов и анализа опубликованных экспериментальных данных (Ryaboshapko et al., 1996a), и обобщение данных мониторинга и результатов регулярных наблюдений (Paramonov et al., 1999), а также продолжавшихся экспериментальных и экспедиционных измерений (Ryaboshapko et al., 1999). Для территории бывшего СССР были опубликованы обобщения оценок выпадений соединений серы и азота с осадками и в виде сухих осадений (Ryaboshapko et al., 1996b; Gromov et al., 2001) и результаты детальных расчетов атмосферных балансов их окисленных форм (Ryaboshapko et al., 1998a; Ryaboshapko et al., 1998b). Завершением этого научного этапа можно считать публикацию оценок выбросов восстановленного азота в атмосферу, которые А.Г. Рябошапко рассчитал для территории бывшего СССР, являясь представителем России в Международной рабочей группе по аммиаку (Ryaboshapko, 2001).

С самого начала деятельности в области исследований загрязнения атмосферы и распространения примесей А.Г. Рябошапко уделял большое внимание ознакомлению с фундаментальными монографиями и учебниками по атмосферной химии. В условиях недостатка отечественных книг для изучения базовых основ и общей картины сложной химико-геофизической системы атмосферы Земли он нашел и перевел лучшие на тот момент учебно-научные издания, подготовив к ним свои комментарии с учетом достижений советской науки (Расул, 1976; Бримблкумб, 1988). Для обеспечения деятельности сети трансграничного мониторинга загрязнения атмосферы и использования методов измерений международного уровня им был подготовлен перевод Руководства ЕМЕП по отбору проб и химическому анализу, выпущенному Координационным химическим центром ЕМЕП (ЕМЕП, 2001).

В 2005-2010 годах Ю.А. Израэль с коллегами начинает исследования в области климатической геоинженерии – тогда еще малознакомой российскому ученому науке, встречающей сильное сопротивление в научных кругах. К этим исследованиям присоединяется Алексей Григорьевич Рябошапко, который, владея великолепными знаниями в области химии атмосферы, моментально становится незаменимым сотрудником ИГКЭ в этой области. Первые работы Израэля, Рябошапко и их коллег посвящены сравнению различных методов геоинженерии, оценки их эффективности и технического потенциала для их реализации (Израэль, Рябошапко, Петров, 2009). Как упоминалось в (Бардин и др., 2019) в 2009-2010 годах межинститутским коллективом ученых (с участием сотрудников ИГКЭ, НПО «Тайфун» и ЦАО), под руководством Ю.А. Израэля были проведены ограниченные натурные эксперименты в атмосфере по измерению ослабления солнечной радиации искусственными аэрозольными слоями с известными оптическими и микрофизическими параметрами, близкими к природному стратосферному

аэрозолю (Израэль и др., 2009; Израэль и др., 2011). Активная работа Алексея Григорьевича в области инженерии климата продолжилась подготовкой этих экспериментов, а также анализом полученных результатов.

С 2008 по 2014 год в ИГКЭ проводился семинар по климатической геоинженерии, учреждённый Ю.А. Израэлем для обсуждения теоретических вопросов, посвящённых геоинженерии и практических планов по подготовке полевых экспериментов. Алексей Григорьевич, обладавший широким кругозором, охватывающим сразу несколько научных дисциплин, мог вывести диалог на семинаре в русло практической значимости, новизны и научного интереса. Он всегда задавался вопросом, что мы, в действительности, сможем получить из проведённых экспериментов, как полученные данные помогут нам понять механизмы работы климатической геоинженерии. К меткой научной смекалке и мнению Алексея Григорьевича прислушивались все участники семинара, в частности, Ю.А. Израэль. После выхода в печати статей по проведённым натурным экспериментам группой Израэля началась подготовка к масштабному полювому эксперименту, в его планировании А.Г. Рябошапко также принимал участие, однако эксперименту не суждено было состояться по ряду экономических причин.

С 2010 года Алексей Григорьевич загорелся идеей математического моделирования метода стратосферных аэрозолей. Он хотел начать эксперименты с использования простой энерго-балансовой модели, но сотрудничество с Алексеем Володиным (ИВМ РАН), который предложил использовать модель ИВМ для проведения численных экспериментов, вывело работы по инженерии в ИГКЭ на новый уровень, поставив их на одну ступень с мировыми исследованиями. Первые значимые результаты были опубликованы в работах (Израэль и др., 2013; Izrael et al., 2014) и доложены на международной конференции в Германии. С 2012 года началась активная работа Алексея Григорьевича в области подготовки дизайнов модельных экспериментов. Он придумал и с его участием был реализован метод дискретного приращения массы инъецируемого аэрозоля в зависимости от средней глобальной температуры, таким образом, учитывалась инерция климатической системы и нелинейность климатического отклика на введение аэрозолей в стратосферу.

Как уже говорилось в юбилейной статье к 75-летию Алексея Григорьевича (А.Г. Рябошапко 75 лет, 2017), он был инициатором и практическим организатором секции «Исследование возможности стабилизации климата с помощью новых технологий» в рамках Международной научной конференции «Проблемы адаптации к изменению климата», на которой, наряду с подходами к стабилизации климата Земли путем уменьшения инсоляции стратосферным аэрозолем (компенсационные меры), был представлен более широкий круг мер и технологических идей по регулированию радиационного баланса нижних слоев тропосферы. Представленные на конференции доклады, а также часть стендовых сообщений были отредактированы и подготовлены А.Г. Рябошапко для издания в форме трудов конференции (Исследование возможностей стабилизации климата..., 2012).

В 2013-2014 годах деятельность Алексея Григорьевича расширилась до другой группы методов геоинженерии – удаления углекислого газа из атмосферы (Carbon Dioxide Removal – CRD). Рябошапко, исходя из последней информации мировой литературы и собственной научной эрудиции, оценил потенциал каждого из предложенных методов CDR, разработал теоретический план его применения, базируясь на разумных и актуальных предположениях, рассчитал скорость снижения концентрации парниковых газов в эквиваленте CO₂ при применении всех методов CDR. Алексей Григорьевич практически единолично оценил потенциал этих технологий в стабилизации современного климата и рассчитал временной интервал, когда применение SRM может потребоваться для поддержки глобальной температуры на приемлемом уровне. Эти результаты опубликованы в книге (Рябошапко, Ревокатова, 2015а) и в статье (Рябошапко, Ревокатова, 2015б), а также переведены на английский язык. Часть полученных результатов была представлена на конференции в Берлине в 2014 году и вызвала большой интерес мирового геоинженерного сообщества.

В 2015 году Алексей Григорьевич заинтересовался участием лесов в решении климатической проблемы, в частности из-за того, что Парижское соглашение предполагало учет поглощения лесами России углекислого газа. Применяя всесторонние знания и умение быстро находить информацию даже из малознакомых ему дисциплин, он разработал модель поглощения лесами углекислого газа, в зависимости от типа, возраста леса и других факторов. Эта деятельность обернулась работами на тему потенциала облесения и восстановления лесов (Рябошапко, Ревокатова, 2015в), результаты докладывались на научных конференциях и получили интерес и признание.

Одной из новаторских идей Алексея Григорьевича с коллегами стала работа, в которой экологическая проблема Норильска решается совместно со стабилизацией климата Арктики. Это исследование подразумевало использование вредных серосодержащих примесей, выбрасываемых Норильским Никелем для увеличения отражательной способности Земли в полярных областях – районе, наиболее подверженном климатическим изменениям. Результаты были представлены в виде научной статьи (Рябошапко и др., 2017) и доложены на Конференции по климату в ИФА им. А.М. Обухова.

Надо заметить, что на протяжении всей своей научной деятельности в области геоинженерии Алексей Григорьевич считал крайне важным в этой области изучение и анализ мировой литературы, научных трендов, планируемых экспериментов и даже оппозиционных дебатов. Так как геоинженерия и сейчас является весьма противоречивой наукой, а 7-12 лет назад в России она была совсем не изучена и мало популярна, Рябошапко приходилось пробивать стену научного скептицизма разумными доводами и научно-обоснованными аргументами. В частности, в печати вышли 2 работы – ответ Мелешко (Рябошапко, 2010), где критически осмысливается материал статьи В.П. Мелешко и др. "Является ли рассеяние аэрозоля в стратосфере безопасной технологией предотвращения глобального потепления". И ранжирование степени угроз негативных побочных эффектов применения геоинженерии климата (Ревока-

това, Рябошапко, 2015). На международной геоинженерной конференции в Берлине был представлен доклад "Classification of supposed negative effects of "stratospheric aerosol" method", написанный, по сути, в ответ на известную работу Робока "20 причин, почему геоинженеринг может быть плохой идеей". Алексей Григорьевич участвовал в рецензировании отчетов Международной группы экспертов по изменению климата, в частности, 5-го оценочного доклада МГЭИК.

С 2014 по 2016 год Алексей Григорьевич Рябошапко был руководителем направления инженерии климата в ИГКЭ. В течение всех лет, в которые в ИГКЭ проводилось моделирование применения метода стратосферных аэрозолей, Рябошапко был основным генератором идей и защитником полученных результатов. В последние годы (с 2017 по 2020) Алексей Григорьевич выступал научным консультантом деятельности ИГКЭ, связанной с геоинженерией климата и факторов, влияющих на изменение климата. В частности, он стал автором работы «Перспективы стабилизации глобальной приземной температуры атмосферы на приемлемом уровне», в которой приводятся теоретические обоснования необходимости всех трех известных подходов к борьбе с Глобальным потеплением (Рябошапко и др., 2017) и одним из авторов идеи, реализованной в работе (Гинзбург и др., 2020).

С 2017 года по состоянию здоровья Алексей Григорьевич Рябошапко ушел на пенсию, но до последних дней жизни принимал участие в обсуждении научных вопросов, высказывал свое мнение и консультировал в важных и сложных ситуациях. Коллеги помнят его как ученого, обладавшего огромным авторитетом, глубокими знаниями, независимым мнением и организаторскими способностями для достижения результатов. Алексей Григорьевич всегда оставался интеллигентом, честным и принципиальным другом, скромным и просто очень хорошим человеком.

Благодарности

Авторы выражают свою признательность Сергею Викторовичу Константинову и Александру Васильевичу Лысаку, предоставившим для данной публикации материалы и сделавшим ряд ценных уточнений.

Список литературы

Андрюков В.П., Рябошапко А.Г., Шопанскене Д.А., Эрдман Л.К. (1978) Атмосферный перенос загрязняющих веществ на расстояния порядка сотен километров. – *Труды ИПГ*, вып. 39, с. 58-68.

Афиногенова О.Г., Рябошапко А.Г. (1988) Динамика антропогенной эмиссии двуокиси серы в атмосфере на территории СССР с 1860 по 1970 г. – *Дальний атмосферный перенос загрязняющих веществ. Труды ИПГ*, вып. 71. – М., Гидрометеиздат, с. 38-51.

Бардин М.Ю., Буйволов Ю.А., Воробьев В.А., Гинзбург В.А., Гитарский М.Л., Гладильщикова А.А., Громов С.А., Нахутин А.И., Потютко О.М., Прохоро-

хорова Л.А., Ранькова Э.Я., Романовская А.А., Рябошапко А.Г., Седякин В.П., Семенов С.М., Черногаева Г.М. (2019) Тридцатилетие Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля. – *Фундаментальная и прикладная климатология*, № 1.

Бримблкумб П. (1988) *Состав и химия атмосферы* /пер. с англ. А.Г. Рябошапко. – М., Изд-во Мир, 351 с.

Бримблкумб П., Хаммер К., Руде Х., Рябошапко А.Г. (1989) Влияние человека на цикл серы. – В кн.: *Эволюция глобального биогеохимического цикла серы*. – М., Наука, с. 66-100.

Гинзбург В.А., Кострыкин С.В., Рябошапко А.Г., Ревокатова А.П., Бушмелев И.О. (2020) Условия стабилизации средней глобальной приповерхностной температуры на уровнях +2 и +1.5°C при использовании геоинженерного метода на основе стратосферных аэрозолей. – *Метеорология и гидрология*, № 5.

Гребенюк А.Я. (1996) О самолетных и корабельных средствах обнаружения ядерных взрывов. – В кн.: *История атомного проекта*, вып. 7. – М., Российский научный центр «Курчатовский институт», с. 254-257. Электронный ресурс. URL: http://elib.biblioatom.ru/text/kiae-istoriya-atomnogo-proekta_v7_1996/go,254/ (дата обращения 3 апреля 2021).

ЕМЕП (2001) *Руководство ЕМЕП по отбору проб и химическому анализу* / пер. с англ. под ред. А.Г. Рябошапко. – ЕМЕП/КХЦ-Отчет 1/95 (корр. ноябрь 2001), 270 с. Электронный ресурс. URL: <https://projects.nilu.no/ccc/manual/>.

Израэль Ю.А., Рябошапко А.Г., Петров Н.Н. (2009) Сравнительный анализ геоинженерных способов стабилизации климата. – *Метеорология и гидрология*, № 6, с. 5-24.

Израэль Ю.А., Захаров В.М., Иванов В.Н., Петров Н.Н., Андреев Ю.В., Гулевский В.А., Данелян Б.Г., Ераньков В.Г., Кирин Д.В., Куляпин В.П., Русаков Ю.С., Савченко А.В., Свиркунов П.Н., Северов Д.А., Фоломеев В.В. (2011) Натурный эксперимент по моделированию влияния аэрозольных слоев на изменчивость солнечной инсоляции и метеорологических характеристик приземного слоя. – *Метеорология и гидрология*, № 11, с. 5-14.

Израэль Ю.А., Захаров В.М., Петров Н.Н., Рябошапко А.Г., Иванов В.Н., Савченко А.В., Андреев Ю.В., Пузов Ю.А., Данелян Б.Г., Куляпин В.П. (2009) Натурный эксперимент по исследованию прохождения солнечного излучения через аэрозольные слои. – *Метеорология и гидрология*, № 5, с. 5-14.

Израэль Ю.А., Назаров И.М., Рябошапко А.Г. (1982) Проблема антропогенных выбросов криптона-85 в атмосферу. – *Метеорология и гидрология*, № 6, с. 5-15.

Израэль Ю.А., Назаров И.М., Прессман А.Я., Ровинский Ф.Я., Рябошапко А.Г., Филиппова Л.М. (1989) *Кислотные дожди*. – Ленинград, Гидрометеоздат, 269 с.

Израэль Ю.А., Назаров И.М., Фридман Ш.Д., Гальперин М.В., Прессман А.Я., Рябошапко А.Г., Витков Ц.Д., Хаспра Л., Харват Л., Дишер Х.Ю., Дамрат У., Заводски В., Шантрох Я. (1987) *Мониторинг трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ*. – Ленинград, Гидрометеиздат, 303 с.

Израэль Ю.А., Володин Е.М., Кострыкин С.В., Ревокатова А.П., Рябошапко А.Г. (2013) Возможность геоинженерной стабилизации глобальной температуры в XXI в. с использованием стратосферных аэрозолей и оценка возможных негативных последствий. – *Метеорология и гидрология*, № 6.

Исследование возможностей стабилизации климата с помощью новых технологий /Investigation of possibilities of climate stabilization using new technologies. (2012) – *Материалы Международной научной конференции "Проблемы адаптации к изменению климата"*, Москва, 7-9 ноября 2011 года. – М., Росгидромет, 178 с.

Константинов С.В., Лысак А.В., Рябошапко А.Г., Стукин Е.Д., Цыбиков Н.А.(1985) Гамма- и бета-спектрометрические методы анализа атмосферного аэрозоля. – В сб. *Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды*. – Л., Гидрометеиздат, с. 154-168.

Лысак А.В., Назаров И.М., Рябошапко А.Г. (1979) Проблема дальнего атмосферного переноса загрязнений. – *Журнал ВХО им. Менделеева*, т. 24, № 1, с. 25-29.

Назаров И.М., Рябошапко А.Г., Фридман Ш.Д. (1984) Систем мониторинга трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. – *Метеорология и гидрология*, № 11, с. 49-59.

Расул С. (ред.) (1976) *Химия нижней атмосферы* /пер. с англ. А.Г. Рябошапко и В.А. Попова. – М., Изд-во Мир, 408 с.

Ревокатова А.П., Рябошапко А.Г. (2015) Технические возможности создания аэрозольного слоя в стратосфере с целью стабилизации климата. – *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*, т. XXVI, № 2, 127.

Ревокатова А.П., Рябошапко А.Г. (2013) Ранжирование степени угроз негативных побочных эффектов применения геоинженерии климата. – *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*, т. XXV.

Рябошапко А.Г., Кострыкин С.В., Бушмелев И.О., Ревокатова А.П. (2017) О возможности совместного решения проблем сохранения климата Арктики и понижения уровня загрязнения атмосферы в Норильске. – *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 1, с. 89-105, doi: 10.21513 / 2410-8758-2017-1-89-105.

Рябошапко А.Г., Шопаускене Д.А., Эрдман Л.К. (19786) Фоновые уровни SO₂ и NO₂ и глобальный баланс серы. – *Труды ИПГ*, вып. 39, с. 20-33.

Рябошапко А.Г. (1983) Атмосферный цикл серы. – В кн.: *Глобальный био-геохимический цикл серы и влияние на него деятельности человека*. – М., Наука, с. 170-255.

Рябошапко А.Г. (1984) Закисление атмосферных осадков в западных районах СССР. – *Метеорология и гидрология*, № 2, с. 39-45.

Рябошапко А.Г., Эрдман Л.К. (1978а) Время жизни SO₂ в загрязненной атмосфере над океаном. – *Труды ИПГ*, вып. 39, с. 99-107.

Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиэкология после Чернобыля. (1999) /Под ред. Уорнера Ф., Харрисона Р.; пер. с англ. Гричука Д.В. и др.; под ред. Рябошапко А.Г. – М., Мир, 511 с.

Рябошапко А.Г. (2010) К вопросу о недопустимости исследований в области геоинженерии глобального климата. – *Метеорология и климатология*, № 7.

Рябошапко А.Г., Ревокатова А.П. (2015а) *Потенциальная роль удаления CO₂ из атмосферы методами инженерии климата в стабилизации его концентрации на приемлемом уровне.* – Москва, ФГБУ "ИГКЭ Росгидромета и РАН", 85 с., ISBN 978-5-9907116-1-7.

Рябошапко А.Г., Ревокатова А.П. (2015б) Потенциальная роль негативной эмиссии диоксида углерода в решении климатической проблемы. – *Метеорология и гидрология*, № 7.

Рябошапко А.Г. Ревокатова А.П. (2015в) Роль восстановления лесов и новых лесопосадок в снижении концентрации CO₂ в атмосфере. – *Фундаментальная и прикладная климатология*, № 2.

Рябошапко А.Г., Гинзбург В.А., Ревокатова А.П. (2017) Перспективы стабилизации глобальной приземной температуры атмосферы на приемлемом уровне. – *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 4, с. 124-137, doi: 10.21513 / 2410-8758-2017-4-124-137.

Brimblecombe, P., Hammer, C., Rohde, H., Ryaboshapko, A., Boutron, C.F. (1989) Evolution of the Sulphur Cycle over Recent Millennia. Human Influence on the Sulphur Cycle, in P. Brimblecombe and A.Y. Lein (eds.), *Evolution of the Global Biogeochemical Sulphur Cycle*, SCOPE 39, JOHN WILEY & SONS, pp. 77-121.

Gromov, S.A., Ryaboshapko, A.G., Paramonov, S.G. (2001) Dry deposition of atmospheric sulphur and nitrogen in Russia and the former USSR, *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 130, no. 1-4, pp. 589-594.

Izrael, Yu.A., Ognev, B.I., Ryaboshapko, A.G., Stukin, E.D. (1998). Initial Approaches to the Establishment of a Russian Data Bank on Nuclear Explosions and Compatibility with Similar Foreign Data Banks, in Shapiro C.S., Kiselev V.I., Zaitsev E.V. (eds), *Nuclear Tests. NATO ASI Series (2. Environment)*, vol. 36, Springer, Berlin, Heidelberg, available at: https://doi.org/10.1007/978-3-642-58776-4_7.

Izrael, Y.A., Volodin, E.M., Kostrykin, S.V., Revokatova, A.P., Ryaboshapko, A.G. (2014) The ability of stratospheric climate engineering in stabilizing global mean temperatures and an assessment of possible side effects, *Atmos. Sci. Lett.*, vol. 15, pp. 140-148, doi:10.1002/asl2.481.

Paramonov, S., Ryaboshapko, A., Gromov, S., Granat, L., Rodhe, H. (1999) *Sulfur and Nitrogen Compound in Air and Precipitation over the Former Soviet Union in 1980-1995*, Rep. CM-95, International Meteorological Institute, Stockholm, 45 p.

Ryaboshapko, A.G., Brukhanov, P.A., Gromov, S.A., Proshina, Yu.V., Afinogenova, O.G. (1996a) *Anthropogenic emissions of oxidized sulfur and nitrogen into the atmosphere of the former Soviet Union in 1985 and 1990*, Report CM-89, Dept. of Meteorology Stockholm University, Stockholm, 34 p.

Ryaboshapko, A.G., Gromov, S.A., Paramonov, S.G. (1996b) Sulfur in the Siberian atmosphere, *Journal of Hungarian Meteorological Society*, vol. 100, no. 1-3, pp.143-150.

Ryaboshapko, A., Izrael, Yu., Stukin, E., Tsaturov, Yu., Vakulovsky, S. (1998). Long-range atmospheric transport of radioactive products from nuclear explosions conducted in the USA, USSR, France and China after 1963, in Shapiro, C.S. (ed.), *Atmospheric Nuclear Tests, Environmental and Human Consequences of Atmospheric Nuclear Tests, NATO ASI Series, SERS E-N (Partnership Sub-Series/ 2. Environment. Vol. 35)*, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 81-94.

Ryaboshapko, A., Gallardo, L., Kjellstrom, E., Gromov, S. et al. (1998a) Balances of oxidized sulfur and nitrogen over the former Soviet Union territory, *Atmospheric environment*, vol. 32, no. 4, pp. 647-658.

Ryaboshapko, A., Paramonov, S., Gromov, S., Afinogenova, O., Rodhe, H., Kjellström, E., Gallardo-Klenner, L., Möller, D. (1998b) Sulfur and nitrogen budgets in the territories of the former Soviet Union, *Proceedings of EUROTRAC Symposium 98*, vol. 2, pp. 312-317.

Ryaboshapko, A.G., Gromov, S.A. et al. (1999) Expert Meeting on Chemistry of Aerosols, Clouds and Atmospheric Precipitation in the former USSR, Saint Petersburg, Russian Federation, 13-15 November 1995, WMO/GAW Report 116, WMO Td No. 943, 69 p.

Ryaboshapko, A.G. (2001) Anthropogenic Ammonia Emissions in the Former USSR in 1990, *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 130, no. 1-4, pp. 205-210.

Коллектив авторов
Института глобального климата и экологии
имени академика Ю.А. Израэля:
Брускина И.М., Громов С.А., Нахутин А.И.,
Парамонов С.Г., Ревокатова А.П.
