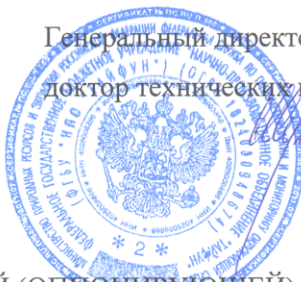


УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ФГБУ «НПО «Тайфун»,
доктор технических наук

В.М. Шершаков

« 13 » 09 2014 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ (ОППОНИРУЮЩЕЙ) ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научно-производственное объединение «Тайфун»

Диссертация «Приземные концентрации и потоки радона-222 на территории России и оценки биогенных эмиссий углекислого газа, метана и сухого осаждения озона» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук.

Соискатель: Березина Елена Викторовна

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа Е.В. Березиной посвящена анализу пространственно - временной изменчивости приземной концентрации ^{222}Rn , определению его потоков из почвы в атмосферу и последующей количественной оценке биогенных эмиссий CO_2 , CH_4 и сухого осаждения O_3 для различных регионов России в разные сезоны по данным экспедиционных измерений. Несмотря на то, что в последнее время наблюдается резкий рост количества и качества экспериментального материала, связанного с наблюдениями за составом атмосферы, в частности за изменчивостью содержания парниковых газов, ряд аспектов проблемы мониторинга состава атмосферы, таких как развертывание наземных измерений, охват такими измерениями больших территорий и использование этих данных для валидации результатов спутниковых измерений, остается недостаточно разработанным. Особенно это касается территории России. Кроме того, на радон приходится примерно 50 – 55 % дозы облучения, которую ежегодно получает каждый житель Земли. Поэтому тема диссертационной работы Е.В. Березиной представляется несомненно **актуальной**.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав и заключения. Во **введении** обосновывается актуальность исследований, сформулированы цели и задачи, перечислены основные результаты работы, их новизна и значимость, личный вклад автора, представлены положения, выносимые на защиту, и описана структура диссертации.

В **первой** главе приводится литературный обзор основных свойств ^{222}Rn , его источников и стоков в атмосфере, методов измерения концентрации ^{222}Rn в атмосферном воздухе, пространственных и временных вариациях ^{222}Rn в приземном слое атмосферы. Следует отметить хорошее знание автором современной литературы в исследуемой области.

Во **второй** главе анализируются пространственно-временные вариации приземной концентрации ^{222}Rn по данным измерений в экспедициях TROICA (TRAnscontinental Observations Into the Chemistry of the Atmosphere), выполненных на передвижной лаборатории вдоль Транссибирской магистрали по маршруту Москва-Владивосток-Москва в различные сезоны 1999 – 2008 гг. Представлена информация обо всех экспедициях TROICA, описаны маршруты и периоды измерений, а также приборы, которые использовались для измерения приземных концентраций исследуемых газов, метеорологических и других параметров, необходимых для решения поставленных в работе задач. Выявлены сезонный ход и географические максимумы приземной концентрации ^{222}Rn вдоль маршрута измерений, а также зависимость роста концентрации ^{222}Rn от протаивания почвы в зоне вечной мерзлоты.

Третья и четвертая главы являются центральными в диссертации. В них отражены основные научные результаты, полученные диссертантом.

Третья глава посвящена расчету потока ^{222}Rn из почвы в атмосферу над различными регионами России по данным измерений концентрации ^{222}Rn на передвижной лаборатории в экспедициях TROICA. Описывается предложенный автором метод оценки потока ^{222}Rn из почвы в атмосферу, основанный на накоплении ^{222}Rn в толще пограничного слоя атмосферы в условиях приземной инверсии температуры. Инверсии определялись по данным измерений вертикального профиля температуры и преобладали в ночные часы теплых сезонов, далее ночные эпизоды. Для расчётов использовалась математическая модель, основанная на нестационарном уравнении диффузии с переменным по высоте коэффициентом турбулентной диффузии. Получены пространственно-временные вариации эмиссии ^{222}Rn , выявлены сезонный ход и географические максимумы эмиссии ^{222}Rn вдоль маршрута измерений.

В **четвертой** главе проводится расчёт биогенных эмиссий CO_2 , CH_4 и сухого осаждения озона по данным измерений их приземных концентрации, а также результатам расчета эмиссии ^{222}Rn в слое во время ночных приземных инверсий температуры. Приводится описание радонового метода. Отмечена синхронность суточных вариаций приземных концентраций всех исследуемых газов, обусловленная накоплением CH_4 , CO_2 и ^{222}Rn и, наоборот, сухим осаждением в ночные эпизоды. Из ночных эпизодов исключены данные над территориями с радоновыми аномалиями и

антропогенным влиянием. Для отобранных ночных эпизодов исследовалась корреляционная зависимость между концентрациями ^{222}Rn и исследуемых парниковых газов. Эпизоды с высокими коэффициентами корреляции ($R \geq 0,7$) назывались «фоновыми». Для каждого фонового эпизода рассчитывались биогенные эмиссии CH_4 , CO_2 и ночной сток озона. Получены пространственно-временные вариации приземных концентраций и эмиссий парниковых газов по маршруту измерений. Выявлены их территориальные и сезонные минимумы и максимумы, а также их сезонный ход.

В **Заключении** сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Характеризуя работу в целом, необходимо отметить:

- Цель, сформулированная во Введении, полностью достигнута, а поставленные задачи решены.
- Научная новизна полученных результатов не вызывает сомнения и подтверждена публикациями соискателя и данными об апробации работы.
- Диссертацию отличает широта охвата материала, привлечение к решению поставленных задач современных аналитических и вычислительных методов и средств.
- Выводы убедительно следуют из основного содержания диссертации.
- Все расчёты потоков ^{222}Rn из почвы в атмосферу, а также биогенных эмиссий CO_2 , CH_4 и сухого осаждения O_3 выполнены лично соискателем. Кроме того соискатель принимал активное участие в анализе и интерпретации данных экспедиционных исследований, в разработке метода оценки потока ^{222}Rn из почвы в атмосферу, постановке и проведении численных экспериментов, интерпретации полученных результатов.
- Результаты работы в значительной мере восполняют дефицит информации о пространственных и сезонных вариациях потоков парниковых газов в континентальном масштабе.
- Представленные данные о концентрациях и потоках ^{222}Rn из почвы в атмосферу могут быть использованы для решения различных задач в области физики и химии атмосферы, экологии, геологии и здравоохранения.
- Результаты диссертации могут быть использованы при выполнении научно-исследовательских работ и построении мониторинговых систем различного назначения в организациях Росгидромета и РАН (НПО «Тайфун», ИГКЭ, ГГО, ЦАО, ИФА и др.).
- Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Ее текст хорошо и логично структурирован. Диссертационная работа соответствует п. 2 «Долговременные тренды химического состава и физических параметров атмосферы. Физические процессы в атмосферном

газе с участием загрязняющих веществ антропогенного происхождения» паспорта специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы», по которой она представлена к защите.

Вместе с тем по диссертационной работе Е.В. Березиной имеется ряд замечаний, наиболее существенные из которых приведены ниже.

1. На рис. 10 диссертации приведены оценки биогенных эмиссий CH_4 , CO_2 , скорости сухого осаждения и ночного стока O_3 на подстилающую поверхность над территорией России в различные сезоны измерений (лето осень, весна). На рис. 3 автореферата, аналогичном рис. 10 диссертации, приведены биогенные эмиссии CH_4 , CO_2 , скорость сухого осаждения и сток O_3 , рассчитанные для зимы, лета и осени. Предположив, что в тексте содержится опечатка (вместо зимы следует читать весна), тем не менее, часть данных на рисунках отличается, что затрудняет оценку этого раздела.

2. На стр. 8. указано, что *«Зная поток ^{222}Rn из почвы, можно оценить потоки исследуемых газов, выделив коррелированную с радоном составляющую по результатам одновременного измерения их приземных концентраций»*. В главе 4 (с. 102) при описании этого метода приведены найденные автором коэффициенты регрессии на концентрацию трассера (^{222}Rn) для различных эпизодов (сезон, время суток, географическое положение), которые меняются в разы и даже на порядки. Остается неясным, какова реальная погрешность предложенного автором метода оценки потоков углекислого газа и метана (в пространстве и времени), учитывая малое число измерений (весна, осень). К этому следует добавить, что погрешность измерения концентрации трассера (радона) в ряде случаев близка к 100% (см. главу 2), а в тексте диссертации отсутствуют сведения о калибровке используемого прибора.

3. Из текста диссертации не понятно, каким образом учитывались температурные инверсии в приземном слое атмосферы, если разрешение используемого прибора МТП-5 по высоте составляет 50 м.

4. Отметим также недостаточное обоснование достоверности полученных результатов в диссертации и автореферате, а также малое количество ссылок на литературу последних 5 лет, кроме ссылок на работы автора.

Отмеченные недостатки не снижают общего впечатления от добротной выполненной диссертационной работы. Диссертант, по нашему мнению, блестяще справилась со всеми сложностями анализа и интерпретации данных, охватывающих огромный регион России и ограничениями, связанными с их специфичностью.

Заключение

Диссертация Е.В. Берзиной является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для физики атмосферы – определение по данным экспедиционных измерений пространственно - временной изменчивости приземной концентрации и потоков ^{222}Rn из почвы в атмосферу и получение количественных оценок биогенных эмиссий CO_2 , CH_4 и сухого осаждения O_3 для различных регионов России в разные сезоны. Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что диссертация Е.В. Берзиной по своему содержанию, объёму выполненных исследований, новизне, научной и практической значимости результатов соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Берзина Елена Викторовна заслуживает присуждения ей искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы».

Диссертация «Приземные концентрации и потоки радона-222 на территории России и оценки биогенных эмиссий углекислого газа, метана и сухого осаждения озона» соискателя ученой степени Берзиной Елены Викторовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научного семинара Института Экспериментальной Метеорологии ФГБУ «НПО «Тайфун».

Присутствовало на заседании 18 чел.

Результаты голосования: «за» - 18 чел., «против» - нет.

Протокол № 10 от 23.09. 2014 года.

Отзыв подготовили:

Заместитель директора Института Экспериментальной Метеорологии
ФГБУ «НПО «Тайфун» по научной работе,
доктор физ.-мат. наук, доцент

А.Ф. Нерушев

Ведущий научный сотрудник
Института Экспериментальной Метеорологии
ФГБУ «НПО «Тайфун»,
кандидат физ.-мат. наук, доцент

К.Н. Вишератин