

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.365.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.04.2025. № 14

О присуждении Шиховцеву Максиму Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата географических наук.

Диссертация «Пространственно-временное распределение аэрозольных и газовых примесей в приземном слое атмосферы Южного Прибайкалья» по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате» принята к защите 03.02.2025 г. (протокол заседания № 11) диссертационным советом 24.2.365.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 192007, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д.79, созданного приказом № 61/нк от 26.01.2023 года.

Соискатель – Шиховцев Максим Юрьевич, гражданин Российской Федерации, 1997 года рождения. В 2019 г. с отличием окончил бакалавриат и в 2021 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ») по специальности – «Экология и природопользование». С 2019 года по настоящее время

Шиховцев М. Ю. работает в лаборатории гидрохимии и химии атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Лимнологический институт» Сибирского отделения Российской академии наук (ЛИН СО РАН), сначала в должности техника (2019 г.), инженера (2019 – 2022 гг.), затем в должности младшего научного сотрудника (2022 г. – н.в.). Работая в Лаборатории гидрохимии и химии атмосферы ЛИН СО РАН, он сформировался как вдумчивый ученый и квалифицированный специалист.

Работа выполнена в лаборатории гидрохимии и химии атмосферы ЛИН СО РАН.

Научный руководитель – Моложникова Елена Владимировна, кандидат технических наук (научная специальность 05.14.01 «Энергетические системы и комплексы»), старший научный сотрудник лаборатории гидрохимии и химии атмосферы ЛИН СО РАН (г. Иркутск).

Официальные оппоненты:

Виноградова Анна Александровна, доктор географических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова» Российской академии наук, лаборатория оптики и микрофизики аэрозоля, ведущий научный сотрудник.

Симоненков Денис Валентинович, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева» Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория климатологии атмосферного состава, старший научный сотрудник.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля» в своём положительном отзыве, составленном и подписанном кандидатом географических наук, заместителем директора, ведущим научным сотрудником Отдела оценки загрязнения окружающей среды ФГБУ «ИГКЭ», утвержденном директором Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, членом-

корреспондентом Российской академии наук, доктором биологических наук Анной Анатольевной Романовской, обсужденном на заседании межотдельского научного семинара Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» 4 апреля 2025 года, указала, что диссертация Шиховцева Максима Юрьевича является законченной, логично обоснованной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту специальности 1.6.18 «Науки об атмосфере и климате», отвечает требованиям раздела II «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. от 16.10.2024, с изм. и доп., вступившими в силу с 1.01.2025 г.) и ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Шиховцев Максим Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18 – «Науки об атмосфере и климате».

Соискатель имеет 18 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 13 публикаций в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 13 публикаций в изданиях, индексируемых в международных базах данных (Scopus). Наиболее значимые работы по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1) **Shikhovtsev M.Y., Molozhnikova Y.V., Obolkin V.A., Potemkin V.L., Lutskin E.S., Khodzher T.V.** Features of Temporal Variability of the Concentrations of Gaseous Trace Pollutants in the Air of the Urban and Rural Areas in the Southern Baikal Region (East Siberia, Russia) // *Applied sciences*. 2024. – V. 14. – № 18. – P. 1-19. DOI: 10.3390/app14188327

2) **Шиховцев М.Ю., Шиховцев А.Ю., Ковадло П.Г., Оболкин В.А., Моложникова Е.В.** Влияние структуры воздушных движений на характеристики турбулентности и содержание диоксида серы в атмосфере

над ст. «Листвянка» // Оптика атмосферы и океана. 2024. – Т. 37. – № 11. – С. 954-961. DOI:10.15372/AOO20241108

3) **Шиховцев М.Ю.**, Оболкин В.А., Ходжер Т.В., Моложникова Е.В. Изменчивость приземной концентрации твердых частиц PM₁—PM₁₀ в воздушном бассейне южного Прибайкалья // Оптика атмосферы и океана. 2023. – Т. 36. – № 6. – С. 448-455. DOI: 10.15372/AOO20230604

4) Molozhnikova Y.V., **Shikhovtsev M.Yu.**, Netsvetaeva O.G., Khodzher T.V. Ecological Zoning of the Baikal Basin Based on the Results of Chemical Analysis of the Composition of Atmospheric Precipitation Accumulated in the Snow Cover // Applied sciences. 2023. – V. 13. – N 14. – P. 1-17. DOI: 10.3390/app13148171

5) Khodzher T.V., Yausheva E.P., **Shikhovtsev M.Yu.**, Zhamsueva G.S., Zayakhanov A.S., Golobokova L.P. Black Carbon in the Air of the Baikal Region, (Russia): Sources and Spatiotemporal Variations // Applied sciences. 2024. – V. 14. – № 16. – P. 1-18. DOI: 10.3390/app14166996

6) Моложникова Е.В., Голобокова Л.П., Маринайте И.И., Нецветаева О.Г., **Шиховцев М.Ю.**, Ходжер Т.В. Химический состав атмосферных выпадений на территории Байкальского государственного природного биосферного заповедника (восточное побережье Южного Байкала) // Метеорология и гидрология. 2023. – № 4. – С. 10-21. DOI: 10.52002/0130-2906-2023-4-10-21

7) Marinaite I., Penner I., Molozhnikova E., **Shikhovtsev M.**, Khodzher T. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Atmosphere of the Southern Baikal Region (Russia.: Sources and Relationship with Meteorological Conditions // Atmosphere. 2022. – V. 13. – N 3. – P. 1-13. DOI: 10.3390/atmos13030420

8) Obolkin V., Molozhnikova E., **Shikhovtsev M.**, Netsvetaeva O., Khodzher T. Sulfur and Nitrogen Oxides in the Atmosphere of Lake Baikal: Sources, Automatic Monitoring, and Environmental Risks // Atmosphere. 2021. – V. 12. – N 10. – P. 1-10. DOI: 10.3390/atmos12101348

9) Ходжер Т.В., Оболкин В.А., Моложникова Е.В., **Шиховцев М.Ю.** Некоторые результаты цифрового (in situ. мониторинга загрязнения атмосферы газовыми примесями в центральной экологической зоне Южного Байкала // Известия ИГУ. Серия «Науки о Земле». 2020. – Т. 34. – С. 141-155. DOI: 10.26516/2073-3402.2020.34.141

10) Маринайте И.И., Ходжер Т.В., **Шиховцев М.Ю.**, Кустова О.В., Потёмкин В.Л. Изменчивость концентрации аэрозольных частиц, ПАУ, ПХБ в атмосфере над поверхностью Байкала // География и природные ресурсы. 2024. – Т. 1. – С. 82-90. DOI: 10.15372/GIPR20240108

11) Луцкий Е.С., **Шиховцев М.Ю.**, Моложникова Е.В., Оболкин В.А., Бердашкинова О.И., Ходжер Т.В. Ртуть в атмосферном воздухе и осадках в 2022—2023 гг. на станции мониторинга Листвянка (Южное Прибайкалье) // Оптика атмосферы и океана. 2024. – Т. 37. – № 6. – С. 502-511. DOI: 10.15372/AOO20240609

12) Shikhovtsev A.Y., Kovadlo P.G., Lezhenin A.A., Gradov V.S., Zaiko P.O., Khitrykau M.A., Kirichenko K.E., Driga M.B., Kiselev A.V., Russkikh I.V., Obolkin V.A., **Shikhovtsev M.Yu.** Simulating Atmospheric Characteristics and Daytime Astronomical Seeing Using Weather Research and Forecasting Model // Applied sciences. 2023. – V. 13. – № 10. – P. 1-19. DOI: 10.3390/app13106354

13) Shikhovtsev A. Y., Kovadlo P. G., Lezhenin A. A., Korobov O. A., Kiselev A. V., Russkikh I. V., **Shikhovtsev M. Y.** Influence of atmospheric flow structure on optical turbulence characteristics // Applied sciences. 2023. – V. 13. – № 3. – P. 1-19. DOI:10.3390/app13031282

Все публикации соответствуют теме диссертации и раскрывают её основные положения, недостоверных сведений об опубликованных соискателем учёной степени работ не выявлено.

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечаются высокий уровень работы, ее актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

1. Отзыв официального оппонента ведущего научного сотрудника лаборатории оптики и микрофизики аэрозоля Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова» Российской академии наук, доктора географических наук **Виноградовой Анны Александровны**.

Отзыв положительный. Замечания:

- Жаль, что автор не привел единое сравнение природных и/или антропогенных процессов и явлений, которые преимущественно управляют изменчивостью загрязнения атмосферы Южного Прибайкалья на разных временных масштабах: можно ли выделить основные факторы, меняющие уровень загрязнения разными примесями внутри суток (в разные сезоны), в разные месяцы (в течение года) и в разные годы в целом. Ведь именно эта новизна работы (разные временные масштабы вариаций) важна и интересна с экологической и физической точек зрения.

- К сожалению, на стр. 9-10 неудачно сформулированы пп. 2 и 3 положений, которые выносятся на защиту. Формулировка «По результатам экспериментальных и численных исследований установлены...» невозможна. Фраза должна быть «перевернута»: на защиту выносятся что-то конкретное – методический подход (это правильно в первом пункте) и/или результаты исследования, анализа и т.д., полученные так-то и там-то.

- Далее – несколько замечаний по конкретному тексту: 1) на стр. 7 возникает аббревиатура ЦЭЗ, которая ранее не расшифрована, а далее неоднократно встречается; 2) в русском языке бывает только «мониторинг чего-то» или «наблюдения за чем-то». Не бывает «мониторинг за чем-то» (стр. 9 и далее); 3) существительное КВАРТИЛЬ в русском языке мужского рода.

- Как в каждой большой работе, в тексте есть некоторые стилистические и орфографические погрешности и опечатки – пропуски букв и несогласования падежей, предлогов и глаголов. Но в целом работа написана хорошим языком

- Три рисунка 3.2–3.4 удивительно похожи друг на друга, отличаясь только цветовой гаммой. При этом они представляют три разные размерные фракции аэрозоля: PM10, PM2.5 и PM1. Если у этих фракций действительно так похожи все масштабы приведенных статистик, то на рисунках должен быть разный масштаб по оси Y. Или же это просто одна исходная картинка, ошибочно вставленная на три рисунка.

- Жаль, что в автореферате диссертации при описании и обсуждении основных результатов не даны ссылки на публикации автора, посвященные этим конкретным вопросам, хотя бы целиком к каждой главе

- Общие выводы, приведенные в конце текста диссертации, несколько размывают их восприятие. В этом смысле, уместно было бы ввести в конце каждой главы один-два абзаца, подводящие итоги каждого раздела.

- Список использованной литературы (313 публикаций) оформлен немного эклектично: от разных стандартов иностранных издательств до ГОСТ РФ.

2. Отзыв официального оппонента старшего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева» Сибирского отделения Российской академии наук, кандидата физико-математических наук **Симоненкова Дениса Валентиновича**

Отзыв положительный. Замечания:

- При зонировании траекторий по секторам для прогнозирования воздействия дальнего переноса в п. 2.8.4 не увидел оценок расстояния, на какое удаление обратной траектории каждого из 16 типов переноса сохраняется этот приписываемый им тип? Делались ли такие оценки надежности идентификации дальнего источника для каждого направления переноса? Или, проще говоря, до какого удаления и с какой вероятностью действует такая типизация траекторий?

- На рис.3.5. представлены две корреляционные матрицы с разным временным разрешением. Меняется ли статистическая обеспеченность и

значимость коэффициента корреляции для этих случаев, а если нет, то какова вообще статистика случаев? Думаю, что эту информацию надо указывать при представлении подобных результатов, чтобы не возникало недоумения от красивой графической интерпретации статистических оценок.

3. Отзыва ведущей организации, Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля».

Отзыв положительный. Замечания:

- В системе ГНС станциями наблюдения являются подразделения, осуществляющие постоянные наблюдения, в том числе, сопутствующие измерения, располагающие установленным приказами штатом наблюдателей, и др. Поэтому при описании используемой сети наблюдений лучше говорить о «пунктах измерений» (раздел 2.8.7 и другие).

- В описаниях «особенностей» данных таблицы 4.1 автор не обращает должного внимания на графики на рис. 4.1, где очевидно, что повторяемость значений концентраций не соответствует нормальному распределению, поэтому объяснение «второй» особенности можно признать поверхностным, а «четвертой» - не учитывающим статистические распределения.

- При анализе влияния метеорологических особенностей атмосферы (разделы 4.2 и 4.3) автор уделяет большое внимание условиям формирования высоких и повышенных концентраций на стационарах наблюдения (ст. «Листвянка»), с отсылкой на роль источников выбросов в городах (при внутрорегиональном переносе) или от локальных, в районе наблюдений. При этом отсутствуют оценки: какой вклад этих случаев в ряд наблюдений, или - в формирование среднего содержания загрязняющих веществ за периоды, когда (например) оценивается уровень антропогенного воздействия на природные объекты?

- На рис 4.2 приведены данные также для пункта Танхой, который не упоминался в разделе, и его данные в этом разделе не анализировались.

- В отдельных местах не очень хорошо продуманы и многословны названия некоторых рисунков (4.2-4.4); вместо общепринятого термина «турбулентные потоки тепла» использованы «турбулентные потоки температуры воздуха» (Рис.4.8).

- Иногда в тексте используются странные термины: «неотопительный (сезон)», «нетипичные значения», «второго повышения для аэрозольных частиц», «фрахтующихся судов», - которые являются необъясняемым слэнгом, при этом расшифровка некоторых сокращений, например, ЦЭЗ, ПАУ, выявляется по ходу чтения. Кажется досадным, что из-за большого количества материала в 4 й главе существует заметное количество опечаток, в том числе, в использовании аббревиатуры модели для анализа

4. Отзыв главного научного сотрудника, заведующей отделом Систем искусственного интеллекта в энергетике Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук **Массель Людмилы Васильевны**, и младшего научного сотрудника отдела Систем искусственного интеллекта в энергетике Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, кандидата технических наук **Кузьмина Владимира Руслановича**.

Отзыв положительный. Замечания:

- На рисунке 1 (страница 9 автореферата), на котором изображена схема методического подхода, стрелки между этапами предлагаемого подхода не согласуются с нумерацией этапов, то есть указывают на этапы в обратном порядке.

- Исходя из текста автореферата не ясно, почему для моделирования переноса воздушных масс была использована модель HYSPLIT.

5 Отзыв главного научного сотрудника лаборатории гидрологии и геоинформатики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт водных и экологических проблем» Сибирского отделения Российской академии наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора физико-математических наук **Суторихина Игоря Анатольевича**.

Отзыв положительный. Замечаний нет.

6. Отзыв профессора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», доктора геолого-минералогических наук, **Тентюкова Михаила Пантелеймоновича**.

Отзыв положительный. Замечания:

- Исследованная территория зимой полностью оказывается под влиянием Азиатского антициклона. В связи с этим надо заметить, что в условиях антициклонального режима погод роль транзитных масс не может рассматриваться как ведущий фактор влияния на зимний аэрозольный фон приземной атмосферы. Поэтому объяснение короткопериодных флуктуаций газовых и аэрозольных примесей только шлейфами выбросов от источников по аналогии с летними лесными пожарами, недостаточно.

- В условиях зимнего антициклона важно учитывать орографический фактор: плотный холодный воздух растекается по понижениям в рельефе (возникают квазикатабатические ветры). При этом в некоторых условиях скорость таких стоковых воздушных потоков в приземном слое воздуха может возрасти, создавая иллюзию транзитного переноса зимних воздушных масс.

- Соискателем практически нигде не упоминается о влиянии физических свойств снежного покрова на пространственно-временное распределение аэрозолей в приземном слое воздуха. Это, кстати, наблюдается практически во всех публикациях, посвященных климатическим моделям как у отечественных, так у зарубежных авторов.

- Известно, что аэрозоли могут выпадать на земную поверхность в результате турбулентной и гравитационной седиментации. Однако, если рассматривать скорость осаждения аэрозольной частицы как функцию её диаметра, то для частиц малых размеров (от 0,01 до 10,0 мкм) механизм седиментации определяется преимущественно турбулентной диффузией. Если же диаметр частицы более 10,0 мкм, то гравитационная седиментация начинает играть более значительную роль. Однако для аэрозолей в размерном интервале $d = 0,3 \dots 2,0$ мкм в зимнем приземном слое воздуха нередко возникает ситуация, при которой турбулентная седиментация уже неэффективна, а гравитационная – еще неэффективна. В итоге – в приземном слое воздуха возникает диффузионно-гравитационное равновесие (левитация), поддерживаемое снеговым фотофорезом. Этот феномен связан с физическими свойствами снега. Известно, что все физические тела с температурой выше абсолютного нуля излучают собственное тепло. Поэтому снежный покров в любых условиях, даже при самой низкой температуре, излучает «собственное тепло» – длинноволновую (инфракрасную) радиацию. Но если учесть, что снежный покров, наряду с инфракрасным излучением хорошо отражает оптическое и ультрафиолетовое излучение, то совокупная плотность потока, возникающая при отражении от снежной поверхности этих трех видов излучения, будет способствовать более длительному сохранению диффузионно-гравитационного равновесия аэрозольных частиц определенного размера. В свою очередь с этим равновесием связан феномен левитации аэрозолей в размерном интервале $d = 0,3 \dots 2,0$ мкм. Данное обстоятельство обусловлено действием сил радиометрической природы, инициирующих проявление микрофизических свойств аэрозоля в поле уходящего от снежного покрова инфракрасного излучения (снегового фотофореза), что парадоксально увеличивает время жизни определенных фракций зимнего аэрозоля.

- В качестве пожелания на будущее. Вертикальные движения частиц под действием фотофоретических сил должны учитываться при построении транспортных моделей вертикального переноса аэрозолей в нижней

тропосфере. Кроме того, снеговой фотофорез в перерывах между снегопадами и при антициклональном режиме погоды может обоснованно рассматриваться как один из потенциально значимых механизмов увеличения концентрации загрязняющих веществ на поверхности снега и в приземном воздухе. В условиях пылевого загрязнения приземной атмосферы феномен снегового фотофореза будет усиливать риск дополнительного воздействия пыли на население за счет увеличения ингаляционной дозы гигиенически опасных частиц в размерном интервале $d=0,3...2,0$ мкм.

7. Отзыв менеджера программы Executive MBA Департамента дипломных программ Московской школы управления Сколково, кандидата географических наук **Ахтиманкиной Анастасии Владимировны**.

Отзыв положительный. Замечаний нет.

8. Отзыв научного сотрудника лаборатории математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт вычислительной математики и математической геофизики» Сибирского отделения Российской академии наук, кандидата физико-математических наук **Пьяновой Эльзы Андреевны**.

Отзыв положительный. Замечания:

- В тексте автореферата некоторого количества опечаток, на рисунки 3 и 5 нет ссылок. На странице 10 при описании содержания главы 2.8.3. дана информация о физико-географических характеристиках региона исследования, указано, что он включает в себя территорию Иркутской области и Республики Бурятии, а дальше, без уточнения, говорится уже о каком-то «изучаемом участке севернее Байкала». Уверена, что в тексте диссертации описания всех станций наблюдений, участков и территорий даны четко, но в текст автореферата они попали в очень урезанном виде.

- При описании суточного хода массовой концентрации аэрозольных частиц (рисунок 6) указаны два максимума (утренний и вечерний) и

послеполуденный минимум. Но не комментируется локальный минимум около 3 ч ночи.

9. Отзыв старшего научного сотрудника группы оптического зондирования атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева» Сибирского отделения Российской академии наук, кандидата физико-математических наук **Насонова Сергея Владимировича**.

Отзыв положительный. Замечания:

- Почему при изучении особенностей переноса воздушных масс в атмосфере над регионом исследований автором выбран период с 2010 по 2018 годы, в то время как изменение концентрации аэрозольных частиц и содержание газовых примесей в атмосфере Южного Прибайкалья анализируются начиная с 2021 по 2024 год.

10. Отзыв научного сотрудника лаборатории атмосферного электричества и Отдела геофизической электродинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт прикладной физики им. А. В. Гапонова-Грехова» Российской академии наук, кандидата физико-математических наук **Дементьева Светланы Олеговны**.

Отзыв положительный, без замечаний.

11. Отзыв старшего научного сотрудника лаборатории эколого-климатических проблем Арктики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт промышленной экологии» Уральского отделения Российской академии наук, кандидата физико-математических наук **Антонов Константина Леонидовича**.

Отзыв положительный. Замечания:

- В главе 2 при построении карт пространственного распределения примесей в снежном покрове исследуемого района не указан метод геостатистического анализа данных с опорных станций. В соответствующей статье (Molozhnikova Ye.V., Shikhovtsev M.Yu., et al., 2023) упоминается эмпирический байесовский кригинг. Почему применялся именно этот

интерполятор? Рассматривались ли какие-либо метрики для оценки ошибок интерполяции с целью выбора альтернативных вариантов (например, других вариантов кригинга или детерминистических методов).

12. Отзыв декана географического факультета, доцента кафедры гидрологии и природопользования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет», кандидата географических наук **Вологжиной Саяны Жамсарановны.**

Отзыв положительный. Замечаний нет.

13. Отзыв старшего научного сотрудника Лаборатории физико-геологических исследований им. А. П. Лисицына, Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Института океанологии им. П. П. Ширшова» Российской академии наук, кандидата геолого-минералогических наук **Стародымовой Дины Петровны.**

Отзыв положительный. Замечания:

- Выводы, описанные в соответствующем разделе не всегда подкреплены результатами, представленными в тексте автореферата. Так, выводы, основанные на техниках спутникового мониторинга, не подкреплены в тексте автореферата. Но это, по-видимому, связано с многосторонним характером данной работы и невозможностью вместить все результаты в ограниченный объем автореферата. Также в автореферате есть термины и сокращения, которые не расшифрованы (например, подпись к рис. 10 – термин NDW).

14. Отзыв научного сотрудника лаборатории прибрежных систем Атлантического отделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт океанологии им. П. П. Ширшова» Российской академии наук, кандидата географических наук **Топчей Виктории Юрьевны.**

Отзыв положительный. Замечания:

- Соискателем не обозначены объект и предмет исследования

- Некорректно сформулированы защищаемые положения № 2 и № 3. Из формулировок «По результатам экспериментальных и численных исследований установлены закономерности...установлено влияние...» остается не ясным, что именно выносится на защиту

- В актуальности исследования и практической значимости работы соискателем применяется аббревиатура ЦЭЗ, но не приведена ее расшифровка

- Опечатка в нумерации выводов. Вывод, по порядковой нумерации соответствующий № 5 опечатан как вывод № 4

- Не согласуются результаты, представленные в третьей главе – «При анализе сезонных вариаций PM_{10} выделено два максимума: с декабря по февраль и с июля по август. Наименьшее содержание PM_{10} в атмосфере отмечено в апреле и ноябре.» с результатами, приведенными в выводе № 5 – «Установлено, что примеси (PM_{10} ...) распространены в атмосфере региона неоднородно как пространственно, так и сезонно. Наибольшее содержание примесей было зафиксировано...в декабре и феврале, наименьшее в летние месяцы.»

- Содержательная часть выводов № 9 является описанием практической значимости диссертационной работы, но не является выводом к ней

15. Отзыв старшего научного сотрудника Отдела комплексных и региональных проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, кандидата экономических наук **Майсюк Елены Петровны.**

Отзыв положительный. Замечания:

- Заявленные в содержании работы (в первой главе, стр. 8 автореферата) описания влияния аэрозольных частиц на окружающую среду: здоровье живых организмов, климат и иные абиотические условия среды в дальнейшем для территории южного Байкала не оцениваются. В результатах исследования это влияние не отражено;

- Реализация методического подхода, представляемого в работе, предполагает выбор и установку оборудования для измерения и оценки полей концентрации загрязняющих веществ (глава 2, рисунок 1 стр. 9 автореферата). Однако в виде конечного результата исследования по тексту автореферата таких выявленных «белых пятен» - мест расположения оборудования не представлено;

- Оценка влияния климатических особенностей на содержание примесей и уровень загрязнения атмосферы южной части Байкала носит обобщенный характер, в автореферате показаны лишь эпизоды сильного загрязнения атмосферы и попытки объяснить за счет чего сформировались такие концентрации вредных примесей. Вероятно, для получения оценок влияния необходимо изучать и свойства этих примесей, их агрессивность, срок жизни в атмосфере, способность усиливать действия друг друга и т.д.

- Как результат хотелось бы видеть и разработанные рекомендации или выработку определенного решения для отдельно взятой конкретной территории (южное Прибайкалье) по снижению или регулированию уровня загрязнения атмосферы. Выработка конкретного решения может быть связана с развитием территории и размещением (или не размещением) объектов – источников антропогенных выбросов

- Выбор ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля» обосновывается тем, что она имеет большой опыт в работе в области мониторинга атмосферы и глубокой экспертизе в изучении климатических процессов. С точки зрения мониторинга состояния атмосферы, ИГКЭ занимает уникальное положение благодаря своим компетенциям, технологическим возможностям, применению передовых технологий и тесному сотрудничеству с международными организациями, что соответствует теме выполненной диссертационной работы, а также направлениям исследований в Федеральном государственном бюджетном

учреждении науки «Лимнологический институт» Сибирского отделения Российской академии наук.

Выбор ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля» обосновывается тем, что она имеет большой опыт в работе в области мониторинга атмосферы и глубокой экспертизе в изучении климатических процессов. С точки зрения мониторинга состояния атмосферы, ИГКЭ занимает уникальное положение благодаря своим компетенциям, технологическим возможностям, применению передовых технологий и тесному сотрудничеству с международными организациями, что соответствует теме выполненной диссертационной работы, а также направлениям исследований в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Лимнологический институт» Сибирского отделения Российской академии наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывается следующим:

Виноградова Анна Александровна, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории оптики и микрофизики аэрозоля «Института физики атмосферы им. А. М. Обухова» Российской академии наук является ведущим специалистом в области исследования взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью, оценки влияния атмосферного переноса примесей и их осаждения из атмосферы на состав и свойства наземных водных экосистем.

Симоненков Денис Валентинович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории климатологии атмосферного состава Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук является специалистом в области физики атмосферы, климатологии и экологического мониторинга, а также разработке методов и технологий для анализа и прогнозирования состояния окружающей среды.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области науки об атмосфере и климате, достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций, соответствующих тематике диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработан комплексный методический подход для организации системы мониторинга состояния атмосферы, в том числе в удаленных районах с ограниченной инфраструктурой, подверженных антропогенному воздействию, где ранее не велись исследования.

2. Выявлены пространственно-временные закономерности распределения концентраций аэрозольных частиц различных размерных фракций (PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1) и малых газовых примесей (SO_2 , NO_2 , NO) в приземном слое атмосферы Южного Прибайкалья в разных временных масштабах с учетом влияния природных и антропогенных процессов и явлений.

3. Установлены зависимости изменения концентраций PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1 и малых газовых примесей (SO_2 , NO_2 , NO) от турбулентных потоков.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- установлены закономерности суточных, недельных и сезонных изменений содержания малых газовых и аэрозольных примесей в атмосфере Южного Прибайкалья;

- определены природные и антропогенные факторы, которые влияют на условия рассеивания и переноса атмосферных примесей и формирование областей загрязнения в атмосфере Южного Прибайкалья.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработан методический подход, позволяющий создавать эффективную систему мониторинга и выполнять многофакторную оценку состояния атмосферы. Он может быть использован для оценки степени воздействия загрязнения воздуха на водные и наземные экосистемы;

- получены количественные оценки накопления антропогенных аэрозолей в снежном покрове на территории Южного Прибайкалья, построены карты экологических нагрузок;

- установлено, что применение малых сенсоров (LCS) позволяет существенно расширить количество пространственных данных, с хорошим временным разрешением, и, следовательно, улучшить и качество исследований в области загрязнения атмосферы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Все полученные результаты обладают высокой степенью достоверности и являются обоснованными. Достоверность обеспечивается большим объемом отобранного материала, полученного с использованием апробированных методик, поверенных измерительных инструментов, международных образцов для оценки качества химических анализов, корректным использованием математического аппарата и общепринятыми методами расчета, а также докладами и публикациями материалов на 15 международных, всероссийских и межрегиональных конференциях.

Личный вклад соискателя заключается в том, что соискатель непосредственно принимал участие на всех этапах исследований, принимал участие в получении исходных данных, их обработке и обсуждении результатов. Соискатель разработал и применил методический подход для создания новой и оптимизации существующей сети мониторинга, принимал личное участие в апробации результатов и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические вопросы и замечания, на которые соискатель Шиховцев М. Ю. ответил и привел собственную аргументацию. Члены совета, задавшие вопросы, были удовлетворены ответами.

На заседании 24 апреля 2025 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи комплексного исследования пространственно-временного распределения аэрозольных и газовых

примесей в приземном слое атмосферы Южного Прибайкалья на основе экспериментальных и теоретических исследований, имеющей значение для развития знаний о газовой-аэрозольном составе атмосферы, присудить Шиховцеву М. Ю. учёную степень кандидата географических наук по специальности 1.6.18 – «Наука об атмосфере и климате».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 4 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвующих в заседании, из 17 человек, входящих в совет, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного
совета 24.2.365.02
доктор физико-математических наук

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.365.02
кандидат физико-математических наук



Смышляев
Сергей Павлович

Ермакова
Татьяна Сергеевна

25 апреля 2025 года