

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора ИГ РАН
доктор географических наук,
чл.-корр. РАН

Андрей Валерьевич Панин



А.В. Панин 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Институт географии Российской академии наук» (ИГ РАН)

Кандидатская диссертация «Формирование гидролого-геохимических процессов на водосборах водохранилищ в бассейне реки Камы» выполнена в лаборатории гидрологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт географии Российской академии наук» (ИГ РАН).

Фасахов Михаил Александрович в 2022 году окончил магистратуру географического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ) по специальности «Прикладная гидрометеорология» (диплом с отличием). В 2022 году поступил в очную аспирантуру ИГ РАН по направлению 05.06.01 «Науки о Земле». Окончил аспирантуру 01.11.2025 г. Все кандидатские экзамены сданы. В период подготовки диссертации Фасахов М.А. работал в Пермском государственном национальном исследовательском университете.

Научный руководитель – доктор географических наук, главный научный сотрудник Ясинский Сергей Владимирович.

1. По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация Фасахова М.А. является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с

последующими изменениями). В работе впервые для водосборов Камского каскада (Камское, Воткинское, Нижнекамское водохранилища) выполнена комплексная оценка диффузного загрязнения с применением адаптированной ландшафтно-гидрологической модели ЛГМ-2, учитывающей региональную специфику ландшафтной структуры, почвенно-геохимических условий и типов хозяйственного освоения. Актуальность работы обусловлена необходимостью выявления закономерностей формирования гидролого-геохимических процессов в условиях роста антропогенной нагрузки и климатической изменчивости для сохранения качества водных ресурсов бассейна р. Камы.

2. Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту:

1. Предложена методика учёта вклада хозяйственной деятельности регионов в диффузное загрязнение территории водосборов при ландшафтно-гидрологическом моделировании (пространственная привязка статистических данных пропорционально площади части субъекта РФ, входящей в границы водосбора).

2. Впервые для водосборов Камского каскада проведена комплексная оценка диффузного загрязнения с применением ЛГМ-2, адаптированной с учётом региональной специфики ландшафтной структуры, почвенно-геохимических условий и типов хозяйственного освоения (сельскохозяйственное, селитебное, промышленное). Установлено, что основными источниками поступления азота и фосфора являются сельскохозяйственные ландшафты (58–72% суммарного выноса), их доминирование не зависит от водности года.

3. Выявлены закономерности усиления диффузного загрязнения в экстремальные по водности годы, обусловленные снижением разбавляющей способности водных объектов при сохранении или росте абсолютного выноса загрязняющих веществ с водосборов. Показан компенсационный механизм: в многоводные годы доминирует диффузный смыв с сельхозугодий, в маловодные – точечные коммунальные сбросы.

4. Разработан методический подход к прогнозу диффузного загрязнения на основе сценариев изменения климата (CMIP6, *SSP2-4.5*, *SSP5-8.5*) и хозяйственной деятельности, интегрированный в модель ЛГМ-2. Показано, что к 2050 г. масса диффузного выноса биогенов сократится (по фосфору на 0,6–2,8%, по азоту на 0,6–2,4%) за счёт доминирования социально-экономических факторов (сокращение сельскохозяйственной деятельности) над климатическими.

3. Личный вклад соискателя в получение результатов.

В ходе выполнения диссертационной работы автор лично участвовал в постановке цели и задач исследования, сборе и обработке исходных материалов (гидрологические, гидрохимические, статистические данные, ГИС-слои), разработке методических подходов (пространственная привязка

антропогенной нагрузки), выполнении расчётов по модели ЛГМ-2, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировке выводов, подготовке публикаций. Автору принадлежит ведущая роль в адаптации ГИС-обеспечения модели к условиям водосборов Камского каскада и в проведении сценарных прогнозных расчётов.

4. Степень достоверности результатов проведённых исследований.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием надёжных исходных данных. Верификация и валидация ЛГМ-2 за многолетний период, выполненная разработчиками (Ясинский, Кашутина, 2020) на водосборе р. Кудьмы (бассейн Чебоксарского водохранилища), показали высокую эффективность и адекватность используемой модели. Сопоставление расчетных и фактических значений выноса минерального азота выявило расхождение менее 5% (525,5 т/год против 551 т/год), что позволяет применять ЛГМ-2 для расчета выноса БВ на водосборах водохранилищ Камского каскада (с учетом региональных особенностей стока, подстилающей поверхности и условий хозяйствования). В настоящей работе также проведена верификация расчётов диффузного загрязнения путём сопоставления с официальными данными об объёмах и составе сточных вод, поступающих в водохранилища, и с фактическим содержанием загрязняющих веществ в водной массе Камских водохранилищ, зафиксированным в ходе многолетних наблюдений Камского БВУ и фоновой концентрацией химических элементов.

5. Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что:

1. Предложена методика учета вклада хозяйственной деятельности регионов в диффузное загрязнение территории водосборов при ландшафтно-гидрологическом моделировании.

2. Впервые для водосборов Камского каскада проведена комплексная оценка диффузного загрязнения с применением ЛГМ-2, адаптированной с учётом региональной специфики ландшафтной структуры, почвенно-геохимических условий и типов хозяйственного освоения (сельскохозяйственное, селитебное, промышленное);

3. Выявлены закономерности усиления диффузного загрязнения в экстремальные по водности годы, обусловленные снижением разбавляющей способности водных объектов при сохранении или росте абсолютного выноса загрязняющих веществ с их водосборов;

4. Разработан методический подход к прогнозу диффузного загрязнения на основе сценариев изменения климата и хозяйственной деятельности, интегрированный в модель ЛГМ-2, что позволяет оценивать эффективность природоохранных мероприятий.

6. Научная и практическая значимость.

Методические разработки диссертации могут найти применение в работе научных и проектных организаций. Результаты исследований могут быть востребованы при разработке «Водохозяйственного паспорта бассейна реки Камы» (КамБВУ); при формировании региональных программ по снижению диффузного загрязнения (Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края).

Теоретические подходы и полученные результаты, излагаемые в диссертационной работе, использованы при реализации гранта РФФИ 22-17-00224 «Формирование гидролого-геохимических процессов на водосборах каскадов Верхне-Волжских и Камских водохранилищ при различных сценариях землепользования и изменениях климата на их территориях».

Результаты диссертационного исследования используются при проведении занятий по курсам: «Охрана и мониторинг поверхностных вод суши», «Водохозяйственные расчеты» в Пермском государственном национальном исследовательском университете.

7. Обоснование выбранной специальности и отрасли науки диссертации.

Кандидатская диссертация Фасахова М.А. «Формирование гидролого-геохимических процессов на водосборах водохранилищ в бассейне реки Камы» соответствует паспорту научной специальности 1.6.16 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. При этом работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности:

п. 8 – Гидрохимическое состояние водных объектов суши в различных природных и хозяйственных условиях, влияние коммунально-бытовых и сточных вод, возвратных вод с орошаемых земель, а также хозяйственной деятельности на водосборах на химическое загрязнение рек, озер и водохранилищ. Процессы формирования качества воды, закономерности процессов самоочищения и вторичного загрязнения природных вод, оценка и прогноз качества воды в реках и водоемах;

п. 11 – Методы расчета и прогноза характеристик водного баланса, стока воды, взвешенных и влекомых наносов, химических веществ; оценка влияния хозяйственной деятельности и климатических изменений на сток и гидрологические процессы, на экологическое состояние водных объектов.

8. Полнота изложения материалов диссертации.

По результатам диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ, из них 5 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК (в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых в Scopus), и 7 публикаций в сборниках материалов всероссийских и международных конференций.

Основные результаты работы докладывались на:

- VIII Всероссийской (национальной) научной конференции «Проблемы экологии Волжского бассейна 2023» («Волга-2023»), Нижний Новгород, 2023;
- II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цифровая география», Пермь, 2024;
- Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов», Пермь, 2025;
- Международной научной конференции «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии», Барнаул, 2025;
- расширенном заседании лабораторий гидрологии, климатологии и отдела гляциологии ИГ РАН (протокол № 6 от 15 апреля 2026 г.).

Статьи в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК (входящих в международные базы данных):

№	Название	Выходные данные	Авторы	Личный вклад	Категория
1	Оценка энергетической эффективности функционирования водохранилищ Верхневолжского и Камского каскадов в начале XXI века	Известия РАН. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 6. С. 835–846 (Scopus)	Ясинский С.В., Соболев И.С., Хохлов Д.Н., Фасахов М.А. , Шайдулина А.А.	Сбор и обработка гидрологических данных, расчёты, анализ	K1
2	Особенности формирования водного режима водохранилищ Камского каскада	Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2025. № 2. С. 80–92	Калинин В.Г., Шайдулина А.А., Фасахов М.А. , Микова К.Д., Ясинский С.В., Скороход А.С.	ГИС-анализ, обработка данных стока, подготовка карт, анализ	K2
3	Современное состояние качества воды водохранилищ Верхневолжского и Камского каскадов	Известия РАН. Серия географическая. 2025. Т. 88. № 6. С. 912–933 (Scopus)	Ясинский С.В., Гришанцева Е.С., Расулова А.М., Фасахов М.А. , Шайдулина А.А., Кашутина Е.А.	Обработка гидрохимических данных, расчёт ИЗВ и УКИЗВ	K1
4	Сезонные и многолетние изменения концентрации биогенных веществ в водохранилищах Камского каскада	Географический вестник. 2025. № 1(72). С. 86–98	Микова К.Д., Калинин В.Г., Фасахов М.А. , Шайдулина А.А., Ясинский С.В.	Анализ сезонной динамики, интерпретация результатов	K2
5	Массовое содержание загрязняющих веществ в воде Верхневолжских водохранилищ в годы разной водности	Водное хозяйство России. 2024. № 6. С. 38–60	Кашутина Е.А., Ясинский С.В., Гришанцева Е.С., Расулова А.М., Фасахов М.А. , Шайдулина А.А.	Расчёт масс ЗВ, сравнительный анализ	K2

Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора. Статьи опубликованы совместно с научным руководителем и соавторами, вклад соискателя является определяющим.

9. Соответствие требованиям Положения о присуждении учёных степеней.

Диссертация Фасахова М.А. соответствует п. 14 Положения о присуждении учёных степеней:

- отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации;
- соискатель ссылается на авторов и источники заимствования (список литературы включает 124 источника, из них 23 на иностранных языках).

Диссертация «Формирование гидролого-геохимических процессов на водосборах водохранилищ в бассейне реки Камы» Фасахова Михаила Александровича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия (географические науки).

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории гидрологии, лаборатории климатологии и отдела гляциологии Института географии РАН 15 апреля 2026 года (протокол № 6) с приглашением специалистов, имеющих учёную степень по специальности 1.6.16.

Присутствовало на заседании 20 человек.

Результаты голосования:

«за» – 20 чел.;

«против» – нет;

«воздержались» – нет.

Протокол № 6 от «15» апреля 2026 г.

И.о. зав. лабораторией гидрологии
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт географии Российской
академии наук,
с.н.с., к.г.н.

Подпись руки то
заверяю

Зав. канцелярией
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт географии
Российской академии наук



Кашутина

Кашутина