

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Фасахова Михаила Александровича**  
на тему «Формирование гидролого-геохимических процессов на водосборах  
водохранилищ в бассейне реки Камы»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук  
по научной специальности **1.6.16 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия**

В настоящее время поступление биогенных элементов веществ с поверхностным стоком в водные объекты является острой экологической проблемой многих стран. Разработка подходов к количественной оценке основных составляющих внешней биогенной нагрузки на водные объекты представляет собой ключевую задачу, решение которой необходимо для научного обоснования регулирования биогенной нагрузки на водосборах, направленного на снижение антропогенного эвтрофирования водных объектов. Диссертационная работа Михаила Александровича Фасахова посвящена одной из наиболее острых проблем современной гидрологии и гидроэкологии – оценке и прогнозу диффузного (неточечного) загрязнения водных объектов в условиях изменяющегося климата и растущей антропогенной нагрузки.

Актуальность темы не вызывает сомнений и обоснована несколькими ключевыми аспектами. Во-первых, водохранилища Камского каскада (Камское, Воткинское и Нижнекамское) являются стратегически важными элементами водохозяйственной системы Урала и Приволжья. Они обеспечивают гидроэнергетику, водоснабжение крупных промышленных центров (Пермь, Ижевск, Набережные Челны, Уфа), судоходство и рекреацию. Качество воды в Камских водохранилищах напрямую влияет на социально-экономическое развитие обширного региона и здоровье миллионов людей. Во-вторых, проблема диффузного загрязнения в условиях проявлений климатической изменчивости (усиление засух, изменение режима стока, увеличение частоты экстремальных паводков) приобретает особую остроту. В отличие от контролируемых точечных сбросов, диффузный сток биогенных и других загрязняющих веществ с сельскохозяйственных, урбанизированных и лесных территорий трудно поддается учету и управлению. В Российской Федерации источники диффузного загрязнения во многом находятся вне системы мониторинга и водоохраны, что делает разработку методов их оценки и прогнозирования исключительно важной научно-практической задачей. В-третьих, диссертация выполнена в русле современных мировых трендов, отраженных в решениях Конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.) и последующих международных соглашениях, которые требуют перехода от фрагментарного мониторинга к комплексному бассейновому управлению водными ресурсами с интеграцией климатических, гидрологических и антропогенных факторов.

Диссертация М.А. Фасахова построена по классическим канонам и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (124 наименования, из которых 23 на иностранных языках) и двух приложений. Работа изложена на 161 странице, иллюстрирована 15 рисунками и 24 таблицами, что свидетельствует о высоком уровне проработки фактического материала. Логика построения работы подчинена последовательному решению шести поставленных задач – от анализа теоретических основ до разработки практических рекомендаций. Структура диссертации полностью соответствует цели исследования – выявлению закономерностей формирования гидролого-геохимических процессов на водосборах Камских водохранилищ с применением ландшафтно-гидрологического моделирования.

В первой главе («Анализ современного состояния проблемы диффузного загрязнения водных объектов и модели формирования гидролого-геохимических процессов на их водосборах») автором проведен глубокий и многоаспектный обзор литературы. Важно отметить, что М.А. Фасахов не ограничивается простым перечислением источников, а критически осмысливает эволюцию понятия «диффузное загрязнение», прослеживая его трактовку от работ С.А. Михайлова (2000), разделявшего источники на точечные и неточечные, до современных подходов Ш.Р. Позднякова и С.А. Кондратьева (2022), выделяющих природную (фоновую) и антропогенную (диффузную) составляющие нагрузки. Особый интерес представляет раздел главы, посвященный влиянию решений Конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.) на развитие бассейнового подхода в управлении водными ресурсами – автор справедливо отмечает, что именно этот форум задал вектор перехода от реактивного реагирования на последствия загрязнения к проактивному, научно обоснованному управлению водными системами на основе комплексного моделирования. Далее в главе детально рассмотрены факторы формирования диффузного загрязнения в разрезе видов хозяйственной деятельности: сельского хозяйства (эрозия пахотных земель, вымыв удобрений и пестицидов, животноводческие комплексы), урбанизированных территорий (ливневый сток с водонепроницаемых покрытий, утечки из канализационных сетей), промышленности (специфические загрязнители по отраслям), транспорта и рекреации. Автор обоснованно выделяет сельскохозяйственные угодья как основной источник биогенной нагрузки (азот и фосфор), а урбанизированные территории – как источник широкого спектра поллютантов, включая тяжелые металлы, нефтепродукты и микропластик. Ключевым элементом первой главы является сравнительный анализ моделей диффузного загрязнения. Автор последовательно рассматривает зарубежные разработки: полураспределенную физически обоснованную модель SWAT, ориентированную на сельскохозяйственные бассейны, но требующую сложной калибровки для российских условий; гидрогеологическую MODFLOW с блоком MT3DMS для миграции растворенных веществ, которая, однако, не учитывает поверхностный сток; комплексную HSPF, хорошо моделирующую городские стоки, но сложную в калибровке и с устаревшим интерфейсом; модель MIKE SHE, обеспечивающую полную интеграцию поверхностных и подземных вод, но крайне требовательную к ресурсам и дорогостоящую; а также отечественные модели – ECOMAG, адаптированную для северных и мерзлотных регионов и модель оценки выноса биогенных веществ с водосборов и биогенной нагрузки на водные объекты. На основе этого анализа автор убедительно обосновывает выбор ландшафтно-гидрологической модели ЛГМ-2 (ИГ РАН, разработчики С.В. Ясинский и Е.А. Кашутина). Диссертант подчеркивает ее ключевые преимущества перед аналогами: максимальный учет ландшафтной мозаичности водосборов, прямое интегрирование антропогенной нагрузки (внесение удобрений, поголовье скота, неканализованное население), возможность расчета выноса биогенов с поверхностным, подповерхностным, подземным стоком и с твердым стоком (эрозией), относительную простоту расчетов и интерпретации результатов, а главное – адаптацию к российским равнинным и заболоченным условиям. В отличие от SWAT, где блок качества воды требует сложной калибровки под конкретные загрязняющие вещества, ЛГМ-2 изначально ориентирована на оценку биогенного стока, что делает ее оптимальным инструментом для решения задач диссертации.

*Вторая глава* («Природные и хозяйственные условия водосборных бассейнов водохранилищ Камского каскада. Характеристика исходных данных») представляет собой всестороннюю физико-географическую и антропогенную характеристику территории исследования. Автор детально описывает географическое положение водосбора, рельеф, геологическое строение, почвенный покров и растительность. Особое внимание заслуживает детальная характеристика хозяйственной деятельности, структурированная по видам освоения. Автор приводит количественные показатели: сельскохозяйственные угодья занимают 132 535 км<sup>2</sup> (36% водосбора), при этом их распределение крайне неравномерно – 79% всех пахотных земель каскада сосредоточено на водосборе Нижнекамского водохранилища (105 357 км<sup>2</sup>, 57% площади частного водосбора). Промышленный комплекс насчитывает более 800 предприятий, из которых 62% расположены в бассейне Нижнекамского водохранилища (нефтехимические гиганты: «Нижнекамскнефтехим», «КАМАЗ», «Уфаоргсинтез»), 23% – на Воткинском (Пермско-Краснокамский узел: нефтепереработка, машиностроение, энергетика) и 15% – на Камском (Березниковско-Соликамский промузел: калийные соли, целлюлозно-бумажная промышленность, ликвидированные угольные шахты Кизеловского бассейна). На водосборе находится 50 городов с населением свыше 50 тыс. человек, включая такие крупные центры, как Пермь (1,0 млн), Уфа (1,1 млн), Ижевск (650 тыс.) и Набережные Челны (550 тыс.). При этом доля городского населения в частных водосборах составляет от 65 до 85%. Эта дифференцированная характеристика становится основой для последующего пространственного анализа диффузной нагрузки и выделения приоритетных загрязнителей (хлориды и железо – на Камском, нефтепродукты и тяжелые металлы – на Воткинском, биогены от сельского хозяйства – на Нижнекамском).

В главе приведена детальная характеристика исходных данных, формирующих информационную базу исследования: ежедневные гидрологические наблюдения за 2002-2022 гг. (приток, сброс, уровни воды из системы GIS.Vodinfo), гидрохимические данные по 20 загрязняющим веществам в 40 точках отбора для Камского и Воткинского водохранилищ и по 18 веществам для Нижнекамского (с указанием отсутствующих позиций – азот нитритов и азот минеральный), сведения о сточных водах из АИС ГМВО (2010-2021 гг.) по 18 показателям для всех водохозяйственных участков, цифровая модель рельефа SRTM (разрешение 30 м), почвенная карта РФ масштаба 1:2 500 000, данные дистанционного зондирования (Global Land Cover, OpenStreetMap с выделением 8 классов угодий) и статистические показатели из ЕМИСС. Такой комплексный подход к формированию базы данных гарантирует высокую достоверность последующих расчетов и соответствие современным требованиям к гидрологическим и гидрохимическим исследованиям.

*Третья глава* («Анализ функционирования водохранилищ Камского каскада в нормальных и экстремальных условиях») посвящена гидрологическому режиму исследуемых водных объектов. Автор рассматривает морфометрические характеристики Камского, Воткинского и Нижнекамского водохранилищ. На основе многолетних данных (2002-2022 гг.) автором выполнена детальная оценка сезонной и межгодовой изменчивости притока, сброса и уровня режима. Выделены характерные по водности годы: средний – 2014 г. (приток к Камскому водохранилищу 1840 м<sup>3</sup>/с), многоводные – 2017 г. (аномально высокое половодье с наложением дождевых паводков, приток превышал средний на 55-68% в период наполнения) и 2019 г. (экстремально дождливое лето-осень, когда приток в период стабилизации превысил средний на 146-175%; впервые в истории Камской ГЭС сбросы осуществлялись даже в ноябре),

маловодный – 2021 г. (приток на 23-33% ниже среднего по всем фазам). Автором количественно показано, что в многоводный 2019 г. приток к Камскому водохранилищу в период наполнения составлял 30,7 км<sup>3</sup>, тогда как в маловодный 2021 г. – лишь 24,3 км<sup>3</sup>. Рассчитаны отношения притока и сброса для каждой фазы работы ГЭС: в период наполнения на Камском водохранилище они варьируют от 1,3 (многоводные годы) до 1,7 (маловодный год); в период сработки на Камском – 0,5, на Воткинском – 0,8, на Нижнекамском – 0,9, что подтверждает транзитную роль последнего. Глава заканчивается важным выводом о том, что многолетние изменения водного баланса определяются как естественным речным стоком, так и регламентом каскадного регулирования, при этом Камское водохранилище выступает главным регулятором, определяющим режим нижерасположенных водоемов. Эти данные становятся основой для последующего расчета диффузного стока в годы разной водности.

*Четвертая глава* («Пространственно-временная изменчивость гидролого-геохимических характеристик водохранилищ Камского каскада») является ключевой для понимания современного состояния качества воды. Автор приводит результаты анализа поступления биогенных веществ с контролируемыми сбросами предприятий, показывая, что 51% всех сточных вод, содержащих биогены, поступает в Камское водохранилище (в основном за счет Березниковско-Соликамского промузла), 25% – в Воткинское (Пермско-Краснокамский узел) и 24% – в Нижнекамское. Наибольшие объемы поступления характерны для нитрат-аниона (до 105467 т/год в Камское водохранилище), при этом на Нижнекамском водохранилище доминирует поступление азота и фосфора с сельскохозяйственных угодий (87% и 84%, соответственно). Важным результатом является сопоставление вклада различных источников: в Камском водохранилище 70% азота общего и 31% фосфатов поступает со сточными водами предприятий, тогда как в Нижнекамском 87% азота и 84% фосфатов формируются за счет сельского хозяйства и животноводства. Далее в главе детально анализируются сезонные изменения концентраций биогенных веществ. Автор сначала верифицирует данные ведомственного мониторинга Камского БВУ с данными ежегодников качества поверхностных вод РФ, показывая хорошую сходимость (расхождения не превышают 0,16 мг/л для аммоний-иона и 0,19 мг/л для железа). Затем выявляются четкие закономерности: максимальные концентрации аммоний-иона и железа общего наблюдаются в период весеннего наполнения (для Воткинского водохранилища – 0,41 мг/л аммоний-иона и 0,41 мг/л железа), тогда как нитраты достигают пиковых значений в период зимней сработки (на Воткинском – 1,65 мг/л, на Нижнекамском – 2,43 мг/л). Концентрации фосфатов, напротив, максимальны в период зимней сработки (Камское – 0,031 мг/л) и минимальны в период весеннего наполнения (Камское – 0,017 мг/л). Превышений ПДК по биогенным веществам не зафиксировано, однако железо общее превышает ПДК во все сезоны в 1,1-4,7 раза, что указывает на природный фон, усиленный техногенными факторами (шахтные воды Кизеловского бассейна, карстовые процессы).

Важным результатом является анализ пространственного распределения загрязнителей по длине каскада: концентрация аммоний-иона снижается от верховьев Камского водохранилища к Нижнекамскому в 2 раза (с 0,37 до 0,18 мг/л), железа – в 10 раз (с 0,97 до 0,09 мг/л), тогда как концентрация нитратов, напротив, возрастает в 5-6 раз (от 0,35-0,50 мг/л в верхнем течении Камы до 2,39 мг/л у с. Усть-Бельск), что связано с сельскохозяйственным стоком на водосборе Нижнекамского водохранилища. Фосфаты имеют сложную динамику: высокие концентрации на верхнем участке Камского водохранилища (0,03 мг/л), снижение в центральной части (0,015 мг/л) и новый рост в районе Перми (0,031 мг/л) и к плотине Воткинской ГЭС (0,022-0,023 мг/л).

Особого внимания заслуживает комплексная оценка качества воды с использованием УКИЗВ. Автор показывает, что в 2002-2022 гг. вода в Камском и Воткинском водохранилищах классифицируется как «загрязненная» (класс 3а, УКИЗВ 2,33-2,86), а в Нижнекамском – как «слабо загрязненная» (класс 2, УКИЗВ 1,71-2,21), что парадоксально, поскольку Нижнекамское принимает максимальную биогенную нагрузку. Этот парадокс объясняется транзитным режимом работы водохранилища, отсутствием длительной аккумуляции и высоким водообменом. Стабильные превышения ПДК по железу, меди, ХПК и фенолам свидетельствуют о постоянной техногенной нагрузке. Автор убедительно показывает, что коэффициент комплексности загрязнения (доля показателей с превышением ПДК) составляет 20-30%, что подтверждает устойчивую антропогенную нагрузку на все водохранилища. Принципиально важным выводом главы, является выявление компенсационного механизма: в многоводные годы доминирует диффузный смыв с водосборов, в маловодные – возрастает роль точечных коммунальных сбросов, что объясняется снижением разбавляющей способности водных объектов.

*Пятая глава* («Анализ гидролого-геохимических процессов на водосборах водохранилищ Камского каскада с применением модели ЛГМ-2») является заключительной. Автор детально излагает методологию ЛГМ-2, основанную на уравнении массопереноса, учитывающем концентрацию биогенов, слой стока и площадь для каждого типа угодий и каждого вида стока (поверхностный склоновый, подповерхностный, подземный, сток наносов). Принципиальным является то, что автор не просто применяет готовую модель, а адаптирует ее к условиям Камского каскада, разрабатывая специализированное ГИС-обеспечение для трех водосборов и методику пространственной привязки статистических данных (поголовье скота, внесение удобрений, численность населения) по муниципальным районам. Калибровка и верификация модели выполнены на пилотных водосборах рр. Кудьмы и Линды, репрезентативных для Волжско-Камского бассейна. Расхождения расчетных и измеренных концентраций не превысили 12% для минерального азота и 8% для фосфора, что подтверждает высокую адекватность модели. Относительная ошибка моделирования интегральных годовых потоков минерального азота в замыкающем створе р. Кудьмы составила около 5%.

Основные результаты моделирования представлены для трех лет разной водности (2014, 2019, 2021) и детализированы по шести типам ландшафтов: пахотные земли, сельхозугодья с уплотненной почвой, лесные ландшафты, овражно-балочная сеть и поймы, малоэтажная застройка, территории с высокой долей непроницаемых поверхностей. Автор показывает, что основными источниками диффузного выноса являются сельскохозяйственные угодья с уплотненной почвой (вклад в суммарный вынос азота на Нижнекамском водохранилище – 58-72%, фосфора – 57-72%) и лесные ландшафты (на Камском водохранилище – 53% по азоту и 57% по фосфору). Урбанизированные территории вносят лишь 3-8% в суммарную диффузную нагрузку, однако, как показано далее, вклад точечных сбросов с городских очистных сооружений существенно возрастает в маловодные годы. Интересным результатом является то, что в маловодный 2021 г. вынос с лесных ландшафтов на водосборе Нижнекамского водохранилища сократился в 13,6 раз по азоту и в 15,3 раза по фосфору по сравнению со средним по водности 2014 г., что связано с практически полным прекращением поверхностного смыва в условиях дефицита влаги.

Наиболее важным результатом главы является сравнительный анализ трех составляющих биогенной нагрузки: ландшафтного диффузного стока, контролируемых

сбросов предприятий и прямой антропогенной нагрузки (животноводство, неканализованное сельское население). Автором выделены три типа водохранилищ по структуре источников:

Камское водохранилище – с преимущественной ландшафтной нагрузкой: диффузный сток составляет 58-82% суммарного выноса азота и 70-82% фосфора во все годы. Это обусловлено большой площадью водосбора (168 тыс. км<sup>2</sup>) и высокой долей лесных ландшафтов (79%), с которых формируется значительный фоновый вынос.

Воткинское водохранилище – смешанный тип с высокой динамичностью источников: доля диффузного стока по азоту варьирует от 9% в маловодный 2021 г. до 16% в многоводные годы, уступая точечным источникам (55-75%). По фосфору картина более контрастна: в многоводный 2019 г. диффузный сток и прямая антропогенная нагрузка суммарно преобладали (70%), тогда как в маловодный 2021 г. их вклад сократился до 49%. Автор объясняет это локальной концентрацией промышленности (г. Пермь, г. Краснокамск) и наличием потенциала диффузного смыва, реализующегося только в многоводные годы.

Нижнекамское водохранилище – ярко выраженный диффузный аграрный тип: ландшафтный сток и прямая антропогенная нагрузка (животноводство, удобрения) безраздельно доминируют во все годы, составляя 90-95% по азоту и 95-97% по фосфору. Вклад точечных сбросов предприятий минимален (9-13% по азоту и 3-5% по фосфору), что подтверждает, что биогенная нагрузка формируется практически полностью за счет выноса с обширных сельскохозяйственных земель (площадь пашни в частном водосборе – 105 357 км<sup>2</sup>, 57% территории).

Приведен сравнительный анализ суммарного выноса в годы разной водности, выявивший четкую зависимость объемов диффузного стока от гидрологических условий: в маловодный 2021 г. вынос азота сократился на 16-34%, фосфора – на 34-49% по сравнению со средним по водности 2014 г. При этом в многоводный 2019 г. вынос азота оставался на уровне среднемноголетних значений (изменение в пределах 1%), тогда как по фосфору наблюдался существенный рост в Камском (+16%) и Воткинском (+28%) водохранилищах. Отсутствие значимого роста выноса в 2019 г. автор объясняет тем, что, несмотря на высокую водность года в целом (за счет летне-осенних паводков), в период весеннего половодья значения стока были близки к норме и даже уступали показателям 2014 г. (снегозапасы 2014 г. были на 20% выше).

Автором выполнено сценарное прогнозирование до 2050 г. с использованием климатических проекций СМIP6 по двум сценариям: SSP2-4.5 (умеренный, рост стока на 3-5%, сокращение поголовья скота на 10-15%, стабилизация площадей пашни) и SSP5-8.5 (максимальный, рост стока на 5-7%, сокращение поголовья скота на 30-40%, сокращение площадей пашни на 20-30%). Прогноз учитывает также рост урбанизации (увеличение площади непроницаемых поверхностей на 5-10%) и сокращение численности сельского населения (на 15-30%). Результаты прогноза оказались нетривиальными: вопреки ожидаемому росту стока, масса диффузного выноса биогенов сократится на 0,6-2,8% (по азоту и фосфору соответственно) из-за доминирования социально-экономических факторов над климатическими. Наиболее выраженное снижение прогнозируется для Нижнекамского водохранилища (до -2,4% по азоту и -2,8% по фосфору). Исключение составляет Воткинское водохранилище, где ожидается небольшой положительный прирост (+0,4% по азоту и +1,3% по фосфору по сценарию SSP5-8.5) за счет меньшей интенсивности сокращения сельскохозяйственной деятельности и стабильных точечных сбросов. Автор проводит факторный анализ, показывающий, что климатический фактор вносит положительный вклад (+3...+5%), но

полностью нивелируется отрицательным вкладом агрогенного фактора (-5...-7%), обусловленным сокращением сельскохозяйственной деятельности. Это ключевой вывод работы: управление диффузным загрязнением в XXI веке может быть более эффективным через воздействие на аграрную политику, чем через адаптацию к климатическим изменениям.

Глава завершается практическими рекомендациями, основанными на принципах природоподобных (nature-based) технологий. Для сельскохозяйственных ландшафтов (приоритет – Нижнекамское водохранилище) предложено создание буферных прибрежных зон шириной 10-15 м (эффективность задержания взвешенных веществ – до 80%, сорбция биогенов корневыми системами), внедрение точного земледелия (ГИС-дифференцированное внесение удобрений снижает вынос биогенов на 15-25%) и оптимизация сроков внесения удобрений (перенос с осени на весну, дробное внесение). Для урбанизированных территорий (приоритет – Воткинское водохранилище) рекомендована «зеленая инфраструктура»: дождевые сады (аккумуляция и биофильтрация ливневого стока), биофильтры (канавы с гравийно-песчаным заполнением для задержки нефтепродуктов и взвесей) и проницаемые покрытия (снижение объема стока на 40-60%). Для сельской местности предложена модернизация животноводческих ферм с внедрением систем раздельного сбора и хранения навоза (бетонированные лагуны с защитой от инфильтрации, внесение только в весенне-летний период), а также локальные очистные сооружения в населенных пунктах. Разработаны также рекомендации по интеграции расчетных показателей ЛГМ-2 в систему государственного экологического мониторинга, созданию системы раннего предупреждения о рисках экстремальных смылов биогенов (на основе данных дистанционного зондирования и прогнозных моделей) и разработке «дорожных карт» для субъектов РФ с целевыми показателями по снижению выноса биогенов (для Татарстана – 15-20% по фосфору к 2030 г., для Пермского края – 10-15%).

В заключении сформулированы шесть основных выводов, которые полностью соответствуют поставленным задачам и подтверждают достижение цели исследования. Выводы четко структурированы и базируются на полученных количественных результатах, что свидетельствует о завершенности и логической стройности работы.

При общей высокой оценке диссертационного исследования, возникли следующие вопросы и замечания, носящие дискуссионный и уточняющий характер:

1. Требуется уточнение названия модели, обозначенной в работе как модель ИНЦ РАН им. Л.И. Кондатьева, а также входящих в нее параметров (стр. 18, 28, 31).
2. Из приведенной расчетной модели ЛГМ-2 неясно, учитывалось ли удержание биогенных элементов гидрографической сетью?
3. В работе (стр. 46-49) дана общая характеристика климатических условий водосбора, однако не указано, использовались ли при расчетах слоев стока пространственно-распределенные данные по осадкам и температуре (например, данные метеостанций с интерполяцией) или же осредненные по водосбору величины? Применялась ли пространственно-распределенная схема задания метеопараметров, и если да, то на основе каких данных?
4. Прогноз снижения диффузного стока к 2050 г. (стр. 128, табл. 24) базируется на продолжении текущих демографических и экономических трендов – сокращении поголовья скота на 10-40% и стабилизации или сокращении площадей пашни. Однако, в условиях активной государственной политики по импортозамещению и продовольственной безопасности (включая федеральные программы поддержки сельского хозяйства) возможны обратные процессы – рост

поголовья скота и интенсификация земледелия. Рассматривал ли автор альтернативный сценарий?

Высказанные замечания и уточнения не снижают общей высокой оценки работы, а скорее обозначают перспективные направления для дальнейших исследований и более глубокого обсуждения. Диссертация М. А. Фасхова является законченным самостоятельным исследованием, имеющим несомненную научную и практическую ценность. Основные результаты диссертации в полной мере отражены в 12 публикациях, в том числе в 5 статьях в журналах из перечня ВАК (из них 2 – в изданиях, индексируемых в Scopus), а также в докладах на 5 всероссийских и международных научных конференциях, что соответствует требованиям п. 10–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.6.16 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

На основании вышеизложенного считаю, что Фасахов Михаил Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Отзыв подготовил(а):

**Минакова Елена Анатольевна**

Доктор географических наук, специальность 1.6.21. Геоэкология;  
профессор кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья;  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Адрес организации: 420008, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18, корп.1

Телефон, адрес электронной почты сотрудника: 8 (843) 236–81–16  
E-mail: elena.minakova@kpfu.ru

«24» августа 2026 г.

Подпись

*Минакова Е.А.*  
/ \_\_ФИО\_\_ /

#### Согласие на обработку персональных данных

Я, **Минакова Елена Анатольевна**, согласен(на) на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты кандидатской диссертации Фасхова Михаила Александровича, в том числе на размещение их в сети Интернет.

«24» августа 2026 г.

Подпись

*Минакова Е.А.*  
/ \_\_ФИО\_\_ /

Подпись \_\_\_\_\_ заверяю:  
Фамилия имя отчество

Должность заверяющего

М.П.

Подпись

/ \_\_ФИО заверяющего

