

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Василенко Александра Николаевича
на тему: «Ледотермический режим рек Арктической зоны России и его
потенциальные изменения в 21 в.» по специальности 1.6.16. Гидрология
суши, водные ресурсы, гидрохимия

Диссертация Василенко А.Н. посвящена установлению закономерностей пространственного распределения и многолетней изменчивости характеристик ледотермического режима арктических рек России. Характеристики ледового режима рек во многих регионах России в значительной мере определяют возможности водопользования и создают целый ряд особенностей хозяйственной деятельности, таких как длительность северного завоза, организацию переправ через реки, особенно в периоды замерзания и вскрытия. Многие особенности ледового режима, в том числе особенности его пространственного распределения достаточно хорошо изучены. Причём данные о замерзании и вскрытии рек собирались ещё М.В. Ломоносовым, как значимые для развития страны. Хорошо известно, что ледовый режим рек значимо реагирует на климатические изменения. И эти изменения были оценены в период до 2015 г. Но та интенсивность потепления атмосферы в Арктике, та перестройка ландшафтов, перестройка гидрологического цикла, которую мы наблюдаем в последние годы, делают весьма актуальной регулярную оценку состояния ледового режима рек. Характеристики термического режима рек изучены в гораздо меньшей степени, чем характеристики ледового режима. Современные работы, посвящённые термическому режиму рек, весьма локальны, посвящены или отдельным рекам, или отдельным частям некоторых бассейнов. Последние же пространственные обобщения термического режима рек Арктики были выполнены в 1970-е годы. Тогда же была сформулирована идея о том, что среднегодовая и среднемесячная температура воды имеют низкие

коэффициенты вариации, что в период до климатических изменений позволяло дать оценку термического режима по коротким рядам наблюдений. При этом увеличение температуры воды в реках имеет далеко идущие гидроэкологические последствия, в первую очередь – снижение количества растворённого кислорода в воде со всеми сопутствующими последствиями для экосистем. Современные оценки на уровне всей Арктики даются в основном для замыкающих створов крупнейших рек, для них же оценивается тепловой сток. При этом после строительства новых водохранилищ на Ангаре, Вилюе и Колыме оценок теплового стока не было сделано. Решению задачи оценки наиболее современных характеристик ледотермического режима, особенностям его пространственного распределения посвящена рассматриваемая работа, что определяет **высокую актуальность** выполненного диссертационного исследования.

Научная новизна работы заключается в том, что на основе самых новых гидрологических данных, с применением современных технологий статистического анализа проанализированы характеристики ледотермического режима почти трёхсот рек, причём для многих из них анализ термического режима выполнен впервые. Автор отошёл от принятого во множестве исследований принципа разделения рядов наблюдений относительно середины ряда или относительно какого-либо значимого года, перейдя на анализ каждого из рядов относительно переломных лет. Помимо этого, впервые дана оценка трансформации теплового стока рек в их устьевых областях и с учётом этого рассчитан тепловой сток в Северный Ледовитый океан с территории нашей страны. Впервые же в России для анализа будущих характеристик ледотермического режима применены климатические модели проекта СМIPя 6.

Достоверность полученных в работе результатов обусловлена несколькими причинами. Во-первых, большим количеством отобранных для работы гидрологических постов. При этом в тексте прописано, что некоторые районы нашей страны наблюдениями в последние десятилетия не

освещены и в работе не используются. Во-вторых, выбор периода исследования и отбор гидрологических постов проводился по достаточно жёстким критериям, выполнение которых в должной мере обеспечивает надёжность выполняемых статистических оценок. В-третьих, для анализа рядов, не имеющих нормального распределения, применены обоснованные непараметрические методы анализа. В тексте при этом отмечено, что проведено сопоставление с классическими методами, кратко описаны его результаты. Выводы и результаты работы диссертант сравнил с другими результатами опубликованных исследований, причём посвящённых не только Арктике, но и умеренным широтам. Результаты диссертационного исследования вошли в ряд отчётов по грантам РФФИ и РНФ, государственного задания кафедры гидрологии суши, многократно докладывались на всероссийских и международных конференциях.

Во **Введении** излагается актуальность и степень разработанности диссертационной работы, указаны цель и задачи исследования, методы исследования, научная новизна работы, практическая значимость и основные защищаемые положения, личный вклад автора и степень достоверности и апробации результатов.

Глава 1 посвящена географическому описанию рассматриваемой в работе территории и изученности вопросов исследований ледотермического режима рек. На основе анализа литературы диссертант выделяет и корректно обосновывает границы исследуемой территории и необходимость их расширения относительно законодательно установленных территорий Арктической зоны России. Здесь же приводится достаточно подробное физико-географическое описание выбранной территории, описывается её гидрологическая изученность, обосновывается возможность обобщений характеристик ледотермического режима рек по гидрографическим районам. В разделе 1.2. дана климатическая характеристика рассматриваемой территории и характеристика наблюдаемых климатических изменений. При этом приводятся как характеристики изменений, описанные в литературе для

отдельных регионов, так анализ изменений температуры воздуха по данным ближайших к гидрологическим постам узлам реанализа ERA5. Показаны районы наибольших и наименьших изменений. В разделе 1.3 автор подробно описывает результаты предшествующих исследований ледотермического режима рек в пределах выделенной территории.

В **Главе 2** подробно описываются материалы и методы исследования. Вводятся достаточно жёсткие критерии отбора постов и обосновывается использование статистических методов. Дана оценка качества и репрезентативности данных. Уточнено, что данные о температуре воды касаются именно прибрежных величин. Обосновывается необходимость оценки как средних величин, так и ошибок их вычисления с учётом пропусков в данных. В последнем разделе данной главы приводится методика оценок будущих продолжительностей ледостава и периода с ледовыми явлениями. Диссертантом предложено использование набора климатических моделей протокола ISIMIP для оценок будущих характеристик ледового режима рек.

В **Главе 3**, в разделе 3.1 автор приводит описание пространственного распределения переломных лет характеристик ледотермического режима рек и описание современных, после переломных лет его характеристик. Приводится большое количество новых карт как средних величин рассматриваемых характеристик, так и их стандартных отклонений. Дана оценка точности построенных карт. Стоит отметить высокое качество картографического материала. В разделе 3.2 диссертант анализирует величины изменений, наличие и значимость трендов. Убедительно показан рост температуры воды, особенно в переходные сезоны, выявлена значимость наблюдаемых изменений. Аналогично показана степень сокращения периода с ледовыми явлениями. Также подробно проанализированы случаи снижения температуры воды и увеличения продолжительности ледовых явлений и выдвинуты предположения о причинах подобных отличий.

В **Главе 4** приводятся результаты вычисления теплового стока рек на замыкающих стоковых постах, а также проводится анализ его многолетней изменчивости как на годовом уровне, так и на уровне отдельных месяцев. Стоит отметить, что, помимо непосредственных расчётов, автор использует литературные данные о расчётах теплового стока малых рек Белого моря и оценках надёжности вычисления теплового стока по отдельным створам для уточнения общей величины теплового стока рек. Затем проводится анализ воздействия строительства водохранилищ как на температуру воды, так и на тепловой сток в замыкающем створе. Анализируются вдольрусловые изменения температуры воды, характер изменения температуры воды на гидрологических постах и в узлах реанализа.

В **Главе 5** проводится анализ трансформации теплового стока в дельтах и эстуариях отдельно для хорошо освещённых данными устьевых областей севера ЕТР и для устьевых областей азиатской части России. Показаны разнонаправленные трансформации теплового стока и на основе в том числе полевых работ приведён перечень причин подобных трансформаций. На основе проведённого анализа произведён пересчёт теплового стока в моря Северного Ледовитого океана, показаны географические особенности общего снижения теплового стока.

В **Главе 6** проанализированы результаты вычислений потенциальных изменений продолжительности периода с ледовыми явлениями и периода ледостава в середине и в конце 21 в. Анализ, базирующийся на устойчивых во времени зависимостях рассматриваемых характеристик от сумм отрицательной температуры воздуха и количества дней с отрицательной температурой воздуха, показал увеличение продолжительности периодов замерзания и вскрытия в будущем, при сохранении достаточно большой продолжительности периода с ледовыми явлениями. Этот результат, несомненно, представляет интерес, особенно с прикладной точки зрения. Полученные результаты нанесены на карты.

Завершается диссертация основными выводами. Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

К работе есть незначительные **замечания и пожелания**:

1. Не хватает описания роли иных факторов антропогенного воздействия на термический режим рек, помимо гидроэнергетического строительства.

2. В описании наблюдаемых изменений не хватает сопоставимости характера изменений ледотермического режима рек с изменениями температуры воздуха, приведёнными в Главе 1.

3. Очевидно, что множество приведённых на картах изолиний было построено с учётом как характеристик ледотермического режима рек, так и характеристик рельефа, однако методика построения изолиний раскрыта недостаточно подробно.

4. В качестве пожелания автору предлагается привести более подробную оценку роли крупных притоков в изменениях теплового стока в низовьях зарегулированных рек.

Вместе с тем указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Василенко Александр Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Официальный оппонент:

академик РАН, доктор географических наук,
директор ФГБУН «Байкальский институт
природопользования Сибирского отделения
Российской академии наук»

ГАРМАЕВ Ендон Жамьянович

—  — 26 ноября 2025 г.

Контактные данные:

Тел.: +7(3012)43-36-76, e-mail: garmaev@binm.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
25.00.27. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Адрес места работы:

670047, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6,
ФГБУН «Байкальский институт природопользования СО РАН»

Тел.: +7(3012)43-36-76, e-mail: info@binm.ru

Подпись сотрудника ФГБУН «Байкальский институт природопользования Сибирского
отделения Российской академии наук» Е.Ж. Гармаева удостоверяю:

