

Отзыв

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук **Сумачева Александра Эдуардовича** на тему «Совершенствование методов прогнозирования характеристик ледового режима рек бассейнов Баренцева и Белого морей» по специальности 1.6.16 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Актуальность темы диссертационного исследования. Без знания ледового режима водных объектов невозможны организация работ в гидротехническом строительстве, на водном транспорте, при эксплуатации водозаборных сооружений и т.д. и обеспечение безопасности при выполнении этих работ. В связи с этим большое значение приобретает развитие и совершенствование методов прогноза характеристик ледового режима. Поэтому данная работа является важной и актуальной.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация А.Э. Сумачева состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и пяти приложений. Работа объемом 173 страницы, включает 40 рисунков и 6 таблиц. Библиографический список насчитывает 147 работ, из них 22 иностранных авторов.

По содержанию диссертация выстроена следующим образом. Определив **во введении** объект и предмет исследований, цель и задачи, защищаемые положения и научную новизну предлагаемых методов решения, **в первой главе** А.Э. Сумачев дает гидрографическую характеристику района исследований, обзор изменения состояния сети пунктов наблюдений.

В этой же главе А.Э. Сумачевым выполнен обзор научных публикаций, посвященных описанию ледового режима рек и методов расчета и прогноза отдельных его характеристик. Проанализированы работы, в которых рассматриваются методики оценки потенциальных рисков опасных гидрологических явлений. В конце первой главы А.Э. Сумачев справедливо указывает на необходимость совершенствования методик прогноза характеристик ледового режима рек с учетом многолетних изменений климатических параметров.

Вторая глава посвящена описанию многолетних колебаний температуры воздуха за холодный сезон. А.Э. Сумачевым дана характеристика трендов изменения температуры воздуха за разные периоды. Показано пространственное распределение температуры воздуха для Северного края и Кольского полуострова. Отмечена неравномерность увеличения температуры воздуха по месяцам. В весенние месяцы выявлены статистически значимые линейные тренды увеличения среднемесячной температуры воздуха.

В третьей главе проанализирован ледовый режим рек бассейнов Белого и Баренцева морей по фазам замерзания, ледостава и вскрытия. А.Э. Сумачевым обнаружено

статистически значимое уменьшение продолжительности ледостава за счет смещения сроков замерзания и вскрытия в пределах Двинско-Печорского бассейнового округа и за счет сроков вскрытия в пределах Кольского полуострова, а также уменьшение максимальной толщины льда и сокращение периода с ледовыми явлениями. Разработана классификация участков рек, которая использована при разработке методики прогноза наивысшего уровня воды за период весеннего ледохода.

В четвертой главе на основе разработанной автором методики выполнена оценка потенциальных рисков опасных гидрологических явлений, в результате которой выявлены наиболее уязвимые участки рек и пойм, где необходима разработка методик прогноза опасных явлений для нормальной эксплуатации зданий, сооружений и объектов инфраструктуры.

В пятой главе приводятся методики прогноза сроков формирования фаз ледового режима для разных рек. Так, для участков рек, относящихся к первому типу, предложена формула прогноза наивысшего уровня воды за период весеннего ледохода в зависимости от высшего предледоходного уровня. Для участков рек, относящихся ко второму типу, разработана методика прогноза на основе соответственных уровней с добавлением второстепенных предикторов.

Для повышения качества выпускаемых прогнозов автором реализован метод обучения искусственных нейронных сетей. Верификация предложенных моделей показала уменьшение стандартной ошибки прогноза и увеличение его оправдываемости.

В **Заключении** автор формулирует основные результаты работы и подчеркивает их значимость.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием официальной гидрологической и метеорологической информации, а также общепринятых и рекомендованных Гидрометцентром России критериев для оценки качества прогностических методик.

Научная новина диссертационного исследования.

1. На основе анализа пространственно-временной изменчивости характеристик ледового режима рек бассейнов Баренцева и Белого морей за период наблюдений с 1950 по 2018 год в условиях нестационарного климата установлено статистически значимое уменьшение периода с ледовыми явлениями, продолжительности устойчивого ледостава, максимальной толщины льда.

2. Выявлено три типа участков рек в зависимости от степени стохастичности формирования высших уровней воды за период весеннего ледохода и обоснована

целесообразность применения разработанной классификации для определения оптимального состава предикторов прогностических моделей. Проведена количественная оценка влияния основных факторов на условия формирования наивысших уровней воды весеннего ледохода.

3. Усовершенствованная методика оценки потенциальных рисков заторных наводнений позволила выполнить анализ формирования опасных гидрологических явлений для отдельных участков рек и пойм.

4. На участках рек с динамическим типом формирования высших уровней воды за период весеннего ледохода различного генезиса обоснована целесообразность использования стандартизованной инерционной методики; на участках рек со стохастическим и стохастико-динамическим типом формирования высших уровней воды весеннего ледохода различного генезиса – метода обучения искусственных нейронных сетей в качестве инструмента прогнозирования.

Диссертационная работа Сумачева Александра Эдуардовича написана хорошим языком, легко читается и является законченным научным исследованием, подтверждающим достаточно высокую квалификацию ее автора. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Основные результаты диссертационного исследования изложены в 16 печатных работах, из них 5 в научных изданиях, рекомендованных ВАК, а также в материалах международных и всероссийских конференций.

Вместе с тем, следует отметить некоторые **вопросы и замечания**:

1. Вызывает недоумение, почему климатическая характеристика изучаемого региона вынесена в отдельную главу, в то время как это важная составная часть физико-географического описания.

2. В п. 1.1 название не соответствует содержанию. Физико-географическое описание традиционно должно включать в себя следующие разделы: географическое положение, рельеф, геология, климат, гидрография, почвы, растительность с разной степенью подробности в зависимости от темы исследования. У автора почему-то дается лишь гидрография.

3. На с. 27 имеет место несоответствие продолжительности периодов наблюдений. В 7 строке сверху автор пишет, что весь период наблюдений с 1951 по 2018 гг., а после разбиения этого периода на «базовый» и «контрольный» их продолжительность составила: базовый «с 1950 по 1980 гг.», контрольный «с 1981 по 2018 гг.». В строке 7 снизу почему-то опять возникает период с 1951 по 2018 гг.?

4. На этой же странице А.Э. Сумачев отмечает: «...разбиение всего периода наблюдений на базовый и контрольный выполнено с учетом нарушения стационарности рядов наблюдений, что было оценено аналитическим путем по разностно-интегральным кривым средней за холодный сезон температуры воздуха и сопоставимости длины периодов». Однако сами разностно-интегральные кривые не приводятся. Нет также и доказательства того, что стационарность рядов наблюдений нарушена. Это ставит под сомнение как необходимость деления всего периода наблюдений, так и правильность деления на два периода: с 1950 по 1980 гг. и с 1981 по 2018 гг.

5. С. 28 и 30. Рис. 2.2.1 и 2.2.2 (а также рис. 3.1.3, 3.1.5) не читаемы! Непонятно также, что дает проведение средней по району линии тренда? Ведь на разных постах могут наблюдаться разнонаправленные тренды. Или на одном посту может быть статистически значимый тренд, а на другом – нет.

6. С. 29. Словосочетание «конгениальность климатических процессов» вряд ли правомерно использовать.

7. С. 31. Автор пишет: «Связь между температурой Кольского полуострова и Северного края носит линейный характер и характеризуется коэффициентом парной корреляции равном 0,85 (рис. 2.2.3)». И что? О чем это говорит? Рисунок обычно приводится для иллюстрации результатов анализа, каких-то рассуждений, выводов. Но этого нет.

8. На рис. 2.2.4-2.2.7 не ясно, какие методы интерполяции были использованы для построения карт пространственного распределения и чем объясняется выраженная пространственная неоднородность температуры воздуха на рис. 2.2.7?

9. Если на рис. 2.2.4 и 2.2.6 представлены средние многолетние значения температуры воздуха (за какой период?), то на рис. 2.2.5 и 2.2.7 – изменение температуры воздуха? Расшифровывающих подписей нет. Остается догадываться, что изменение температуры воздуха видимо получено при сравнении разных периодов?

10. На с. 51. А.Э. Сумачев делает очень странный вывод: «Таким образом, установлено, что появление первичных ледовых образований на реках ... определяется широтой местности, скоростями течения, естественной и антропогенной зарегулированностью, а также величиной водосбора». Автору должно быть известно, что основным фактором, определяющим появление ледяных (а не ледовых) образований, является ход температуры воздуха, который в свою очередь косвенно зависит от широты места. Что автор понимает под естественной зарегулированностью? Д.Л. Соколовский в 1946 предложил термин «естественная зарегулированность», под которым понимается «доля

базисного стока в годовом». Но как это влияет на появление льда? А антропогенная зарегулированность? Если имеется ввиду появление льда на водохранилищах, то одним из факторов будет являться запас тепла водных масс, а не сама по себе зарегулированность. Или автор имел ввиду что-то другое? А величина водосбора как влияет?

11. С. 57-59. А.Э. Сумачев пишет: «Зависимость повторяемости осеннего ледохода от величины реки выражена достаточно четко и определяется величиной водосбора...»? В чем заключается физический смысл данной зависимости? Площадь водосбора не является прямым фактором сроков появления ледяных образований и повторяемости осеннего ледохода.

12. С. 115. Автор утверждает, что «в качестве критерия оправдываемости при краткосрочном прогнозировании... может быть использовано отношение S/σ_{Δ} . При прогнозировании пиковых значений быстроразвивающихся заторных наводнений иногда целесообразнее использовать отношение S/σ . Однако в соответствии с Руководством ... (1989), для краткосрочных прогнозов следует использовать отношение S/σ_{Δ} , а для среднесрочных и долгосрочных – отношение S/σ . То есть при краткосрочных прогнозах наивысшего уровня воды весеннего ледохода со средней заблаговременностью 4 дня (с. 116) по формуле 5.3.1 следует использовать критерий S/σ_{Δ} , а не S/σ , приведенный в табл. 5.2.1.

13. На с. 117 написано: «В обоих случаях можно говорить о высоком качестве выпускаемых прогнозов, так как отношения S/σ меньше 0,80». Во-первых, следует писать «в обоих случаях», а во-вторых, при $S/\sigma < 0,80$ качество методики считается удовлетворительным, а не высоким. В работе очень часто встречается фраза: «достаточно высокое качество прогнозов», в то время как в соответствии с Руководством ... (1989), при оценке методики прогноза следует использовать термины «хорошая» и «удовлетворительная» в зависимости от значения соответствующего критерия.

14. С. 125. При использовании уравнения множественной регрессии и приведении значения коэффициента множественной корреляции следует указывать значения парных коэффициентов корреляции для оценки влияния каждого предиктора и заблаговременность прогноза.

15. Следует отметить небрежности оформления диссертационной работы: отсутствие пробелов между разделами и после заголовков; проблемы форматирования – пустоты по половине и более страницы (с. 33, 35, 37, 42 и др., рисунки не являются поводом для этого); разные по длине тире (например, с. 48: «3—6 километра в сутки» следует писать 3-6 км/сут; «Зажоры — довольно частое...», а нужно «Зажоры – довольно частое...» и др.); у отрицательных значений температуры воздуха (или тренда) нужно ставить знак минус, а не

тире (с. 50, 54, 58 и др.); нумерация страниц с рисунками в альбомной ориентации почему-то сбоку, а не внизу, как на остальных страницах. На приведенных в работе картографических иллюстрациях отсутствует ориентирное направление на север. Видимо все карты ориентированы именно так, и автор не счел нужным это отметить.

Указанные замечания не снижают общую ценность и значимость диссертационного исследования. Диссертация А.Э. Сумачева «Совершенствование методов прогнозирования характеристик ледового режима рек бассейнов Баренцева и Белого морей» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, имеющую важное научное и практическое значение, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Сумачев Александр Эдуардович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.16 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Официальный оппонент:

Доктор географических наук, доцент,
заведующий кафедрой гидрологии и охраны
водных ресурсов ФГАОУ ВО «Пермский
государственный национальный
исследовательский университет»,
Калинин Виталий Германович

11.11.2022 г.

Контактные данные:

тел.: +79194696469, e-mail: vgkalinin@gmail.com
Специальность, по которой официальным
оппонентом защищена диссертация: 25.00.27 –
«Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия»
Адрес места работы: 614990, г. Пермь, Букирева, 15,
ФГАОУ ВО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет»,
кафедра гидрологии и охраны водных ресурсов
Тел.: +7(342)239-63-59; e-mail: hydrology@psu.ru

Я, Калинин Виталий Германович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Калинин Виталий Германович



Подпись *Калинина В.Г.* заверяю
ученый секретарь совета

Е.Ф. Анурова