

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Наурузбаевой Жанар Куанышевны
«Влияние изменений климата на ледовый режим Северного Каспия»
по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология,
агрометеорология на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Прогнозирование толщины льда, положения его кромки, времени образования и разрушения льда важны для работы судов, ледоколов, промышленной деятельности, экологического и биологического мониторинга, гидрометеорологических исследований, мониторинга моря и пр.

В связи с изменяющимся глобальным климатом будут изменяться с разной степенью интенсивности региональные климатические особенности, влияющие на характер ледовой обстановки. Выявление ожидаемых тенденций таких гидрометеорологических процессов может быть получено на основе разработанных глобальных климатических моделей, что представляется актуальным. Важным представляется разработка методов краткосрочного прогноза нарастания толщины льда. Этим вопросам также посвящено представленное к защите исследование.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка цитированной литературы и приложения. Общий объем работы составляет 138 страницы, включая 27 рисунков и 19 таблиц. Список цитированной литературы включает 136 источников.

В **первой главе** автором дается описание физико-географических условий территории исследований. Рассмотренные особенности ледового режима Северного Каспия включают продолжительность, сроки установления и разрушения ледового покрова, толщину льда. Все характеристики даются в динамике.

Оценивается влияние изменяющихся климатических условий на гидрометеорологический режим Каспийского региона. Для этой цели использовались ряды среднемесячных и срочных наблюдений за температурой воздуха и поверхности моря, сведения о характеристиках ледовых условий,

скоростью и направлением ветра, количеством осадков, а также о формах общей циркуляции атмосферы.

Дается оценка качества собранной информации и проведен статистический анализ однородности используемых данных с привлечением критериев Диксона, Смирнова-Граббса, Стьюдента и Фишера. Пропуски в рядах наблюдений были восстановлены. В результате по 28 метеостанциям ряды были увеличены до 140 лет, а по 8 пунктам наблюдений за толщиной льда ряды наблюдений были восстановлены до 75 лет. По имеющимся данным созданы базы данных.

Вторая глава включает исследования изменений характеристик ледового периода в связи с изменениями климатических условий. Для этой цели использовалась модель ступенчатого тренда. Было получено, что на всех станциях наблюдается уменьшение максимальной толщины льда, которое проявляется в виде ступенчатого перехода от одних стационарных условий к другим после 1988-89 гг.

На станциях Среднего Каспия максимальные значения толщины льда уменьшились до 10-20см, в северо-западной части акватории средняя толщина уменьшилась до 20 см, а в северо-восточной части хотя и произошло наиболее существенное уменьшение максимальной толщины льда, однако она в настоящее время составляет 32-41см. Привлечение данных спутниковых наблюдений даже по относительно небольшому периоду (2007-2019гг.) показало, что площадь льда зимой уменьшается: в январе-феврале примерно на 30%, а в марте – на 70%.

Исследование изменений характерных дат ледового режима и продолжительности ледового периода показало, что на Среднем Каспии период ледостава сократился в среднем на 27 дней, а на севере Каспия – на 18 дней. Это произошло за счет смещения дат начала ледостава на более позднее время и дат окончания – на более раннее время.

В третьей главе дается оценка роли климатических факторов на характеристики ледового режима. Исследовалась роль температуры воздуха,

направления и скорости ветра, осадков, циркуляционных условий.

Отмечается хорошая связь максимальной толщины льда с суммой отрицательных температур за холодный период года. При исследовании использовалась модель ступенчатого тренда, что позволило определить, что с конца 1980-х годов сумма отрицательных температур на северо-востоке уменьшилась примерно на 30%, на северо-западе – до 40%, а в центральной части – уже на 48-53%.

Исследование динамики ветрового режима показало, что с конца 1980-х годов произошло увеличение повторяемости юго-западных ветров и ослабление максимальных скоростей.

Исследование рядов осадков не выявило статистически значимых трендов уменьшения или увеличения их количества.

Многолетние временные ряды атмосферной циркуляции по классификации Вангенгейма-Гирса позволили установить, что с конца 1980-х годов произошли ступенчатые изменения форм W, E. Число дней с формой W за холодный период увеличилось, с формой E – уменьшилось примерно в 1,5 раза. Поэтому зимы стали более теплыми вследствие усиления влияния Атлантического океана. Продолжительность формы С практически не изменилась.

Четвертая глава посвящена разработке методики прогноза нарастания толщины льда. Для этого были выбраны 11 зимних периодов с 2007 по 2018 г. В качестве предиктора использовалась сумма среднесуточных температур, начиная от даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C.

Проверка на основе стандартных случайных и средних систематических погрешностей позволила выбрать наиболее удачную линейную зависимость, основанную на связи толщины льда с суммой отрицательных температур для фазы нарастания льда до максимальной толщины.

Оценка оправдываемости прогнозов разработанным методом показало их высокую оправдываемость в среднем около 90% на 1 сутки и около 67% при прогнозе на 3 суток.

Разработанная методика была апробирована на основе прогнозной

температуры для станции Пешной для 3-х зимних периодов. Оправдываемость составила от 91 до 94 %.

В пятой главе оценивается прогноз ожидаемой толщины льда Каспийского моря до конца 21 века. Прогноз основан на использовании 10 климатических моделей, позволяющих оценивать суммы отрицательных температур воздуха за зимний период. Был сделан выбор 4-х наиболее успешных моделей. По всем моделям наблюдались положительные систематические погрешности.

Выявлено, что максимальная толщина льда снижается, а наиболее существенное снижение будет происходить в последней четверти века. В этот период западная акватория не будет покрыта устойчивым льдом, а максимум толщины около 30 см будет наблюдаться на северо-востоке. Также было определено, что повторяемость зим без ледового покрова увеличивается до величины 1 случай за 5 лет.

Общие выводы и результаты, полученные автором, сформулированы в **заключении** работы.

Имеется ряд **замечаний по существу выполненного исследования.**

1. В автореферате к первой главе относится п. 1.4, а в диссертации этот параграф отсутствует.

2. Не ясна целесообразность восстановления рядов температуры воздуха по 28 метеостанциям до 136 лет и даже до 140 лет, если только 1 метеостанция имела продолжительность наблюдений 136 лет, только 4 – более 100 лет, а рядов наблюдений в 140 лет не было вообще. Не указана погрешность восстановленных данных.

3. Не приводится методика восстановления наблюдений за направлением ветра. Если при этом учитываются только уравнения регрессии, выражающие пространственные связи, то для направления ветра этого может быть недостаточно. На направление ветра могут оказывать существенное влияние местные формы рельефа, циркуляционные условия.

4. В п.3.2 указывается, что дискретность сроков наблюдений составляет 6

часов (п.3.2, стр.60), но с 1966 г. количество сроков наблюдений на метеостанциях увеличилось до 8 с дискретностью 3 часа. Изменение количества штилей могло быть связано с этими причинами, а также с использованием анеморумбометров вместо флюгеров. Это обстоятельство могло повлиять на однородность рядов наблюдений, что в работе не отражено.

5. Имеются различия в обозначениях одних и тех же величин. В тексте на стр. 76 количество дней нарастания льда до максимальной величины обозначено через D (формула 4.2), а на стр. 80 – как m . В таблице 4.1 эта величина отсутствует, хотя на нее есть ссылка в тексте.

Несмотря на указанные замечания, можно констатировать, что диссертация представляет собой качественное научное исследование, в котором получены и надежно обоснованы новые результаты. Диссертация написана автором самостоятельно, содержит новые научные и практические результаты. Автором лично обработан большой фактический материал, включая данные наблюдений за период более 100 лет по 28 метеостанциям, данные о характеристиках ледовой обстановки за несколько десятилетий по 9 пунктам наблюдений и значительные по объему массивы другой информации (различные сценарии климатических моделей).

Результаты диссертации прошли широкую апробацию, основное содержание представлено в 20 печатных работах, из которых 2 опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

В целом кандидатская диссертация Наурызбаевой Жанар Куанышевны представляет собой цельное законченное исследование, а полученные результаты могут быть полезными при суточном прогнозировании нарастания толщины льда в Северном Каспии. Также результаты работы могут быть использованы при оценке будущих изменений ледовой обстановки в связи с изменениями регионального климата. Сформированная региональная гидроклиматическая база данных может быть использована для исследовательских работ Казгидромета, научных и проектных организаций.

Разработки и выводы, полученные в диссертации, апробированы автором на 20 Российских и международных конференциях, симпозиумах. Внедрение представленных автором исследований подтверждено актом от 20 апреля 2019 г. «Региональным центром гидрологии Центральной Азия, корпоративный фонд», а также актом внедрения в производство Управления гидрометеорологических исследований Каспийского моря Научно-исследовательского центра РГП «Казгидромет». Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа **Наурузбаевой Жанар Куанышевны «Влияние изменений климата на ледовый режим Северного Каспия»** соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ему степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент, профессор
кафедры метеорологии и охраны атмосферы
Пермского государственного национального
исследовательского университета, к.г.н.

В.А. Шкляев

«30» апреля 2021 г.

Почтовый адрес: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Пермский государственный национальный
исследовательский университет»,
<http://www.psu.ru/> e-mail: info@psu.ru раб. тел.: 8(342) 239-62-17.

Я, Шкляев Владимир Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«30» апреля 2021 г.