

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Истомина Иннокентия Евгеньевича «Геоинформационная методика представления и оценки рисков гидрометеорологической обстановки в локальных акваториях Арктической Зоны Российской Федерации для обеспечения безопасности арктического судоходства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография»

1. Актуальность темы диссертации

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) занимает огромное географическое пространство приполярной области и играет ключевую роль в реализации стратегических интересов России. Одной из главных составляющих арктической территориальной активности является судоходство и транспортная логистика, особенно в условиях возрастающего грузопотока по Северному морскому пути (СМП). Однако акватория АЗРФ характеризуется исключительно сложными природными условиями: низкие температуры, мелководность, высокая ледовитость, изменчивость рельефа дна, слабая изученность глубин и донных грунтов, недостаточная инфраструктурная оборудованность (включая навигационные средства, связь, системы освещения обстановки), а также недостаточное развитие полнофункциональной системы мониторинга и прогнозирования гидрометеорологической и рисково-навигационной ситуации.

Перечисленные факторы обуславливают значительные риски арктического судоходства. При этом морские риски в арктических морях во многом связаны не только с ледовой обстановкой, но и с малым запасом свободной воды. Уровень моря в локальной акватории в конкретный момент времени зависит от таких гидрометеорологических (ГМ) факторов, как ветровые сгонно-нагонные явления, приливы, осадки, течения, а также от изменчивости рельефа дна. В мелководных арктических акваториях (например, в Обской губе Карского моря, где средняя глубина составляет около 12 м) даже незначительные колебания уровня могут привести к критической ситуации – посадке судна на мель, повреждению корпуса, разливу топлива или груза.

Существующие геоинформационные, вероятностно-статистические и гидрометеорологические методы прогнозирования уровня моря и оценки рисков имеют существенные ограничения. Традиционные методы (гармонический анализ,

численные гидродинамические модели, методы эмпирических функций влияния) ориентированы, как правило, на оценку уровня чистой воды в хорошо изученных акваториях и не адаптированы к специфике арктических морей. Стохастические методы (случайные процессы, марковские модели, анализ временных рядов) в своём классическом виде нацелены на частные случаи локализованных акваторий и не учитывают слабую автокорреляцию процессов, а также множественность одновременно действующих факторов.

Необходима адаптация и развитие модельно-методического аппарата анализа и прогнозирования рисков применительно к условиям арктических морей, с интеграцией геоинформационных методов и вероятностно-статистического моделирования уровня моря, учётом территориальной изменчивости рельефа дна, ледовых условий, ветрового режима и других ситуационных факторов. Требуются также методики, позволяющие на основе оперативного гидрометеорологического прогноза вырабатывать геоконтроллинговые рекомендации по выбору безопасных маршрутов, манёвру судов, оптимизации загрузки и времени прохода.

Именно поэтому разработка геоинформационной методики представления и оценки рисков гидрометеорологической обстановки в локальных акваториях АЗРФ для обеспечения безопасности арктического судоходства является актуальной научно-технической задачей, имеющей важное оборонное, хозяйственное и социально-экономическое значение. Результаты работы направлены на повышение уровня безопасности мореплавания, снижение аварийности, улучшение логистической эффективности СМП, а также на создание научной основы для проектирования геоинформационных систем управления морским транспортным комплексом в сложных полярных условиях.

2. Научная новизна и достоверность

Противоречия, существующие в современной теории и практике рассматриваемой предметной области, негативно сказываются на эффективности арктического судоходства и вынуждают исследовательские коллективы искать способы их разрешения.

Диссертация демонстрирует, что прежние научные изыскания в полной мере не учитывали уникальные особенности эксплуатации и проектирования динамических геосистем в арктических акваториях. Предложенный автором в диссертационной работе новый подход устраняет выявленные пробелы в действующих моделях, а разработанная методика даёт практические рекомендации по повышению уровня безопасности арктического судоходства.

Определённую новизну представляет геомодель системы «рискового арктического судоходства» (РАС), что позволяет решить проблему обеспечения отображения реальной навигационно-ситуационной и рискованной геоситуации на больших территориях АЗРФ в интересах обеспечения безопасной арктической навигации.

Предложенная в диссертационном исследовании методика оперативной оценки обстановки и разработки рекомендаций по управлению системой РАС обладает рядом признаков научной новизны. Методика включает комплекс взаимосвязанных процедур, таких как глубокий территориальный прогноз ГМ-обстановки, комплексная оценка ситуационной и рискованной составляющих элементов геоситуации в акватории, территориальное представление геоконтроллинговых элементов системы арктической навигации. Разработанная автором методика направлена на решение актуальных практических задач арктического судоходства и обеспечивает повышение точности навигационных параметров, увеличение скорости подготовки рекомендаций экипажам судов, картографически наглядное отображение компонентов логистической активности в регионе. Использование данной методики способствует существенному улучшению качества и оперативности принятия решений в сфере арктической навигации, обеспечивая безопасность и эффективность морского транспорта в сложных климатических условиях Арктики.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Анализ содержания работы показывает, что автор уделил достаточно много внимания обоснованности основных научных положений, выводов и практических рекомендаций, приведённых в диссертации.

Обоснованность модельных и методических разработок обеспечивается последовательной демонстрацией их работоспособности на примере построения безопасных маршрутов в акватории Обской губы. Это позволило не только подтвердить их практическую применимость, но и гарантировать рост быстродействия при обработке больших массивов входных данных.

Что касается практических рекомендаций, то они представляют собой закономерный итог проведённой работы. Разработка практических рекомендаций выполнена с учетом целевого анализа актуальных вызовов в области обеспечения безопасности судоходства в Арктической зоне РФ.

Выводы работы подкреплены результатами апробации в учебном процессе и выполнении НИР.

Таким образом, все представленные в работе положения, выводы и рекомендации имеют надежное теоретическое и практическое обоснование.

4. Оценка личного вклада автора и значимость для науки и практики результатов диссертационного исследования

Ценность результатов, полученных автором в диссертации, заключается в следующем:

1. разработана вероятностно-статистическую модель оценки параметрических георисков;
2. разработана геоинформационную модель обстановки в территориальной системе РАС;
3. разработать геоинформационную методику оценки обстановки РАС;
4. разработаны практические рекомендации по проектированию геоинформационной системы управления по обеспечению безопасности деятельности морского транспортного комплекса в полуоткрытых мелководных акваториях.

Научная значимость диссертационного исследования заключается в развитии научных представлений о геоинформационном обеспечении арктического судоходства. Обоснованы подходы к использованию аппарата территориального анализа в системе РАС. Разработана территориально-ориентированная методика

вероятностно-статистической оценки уровня моря, направленная на минимизацию гидрометеорологических и ситуационных рисков. Сформулирована система ограничений при организации грузовых перевозок в акваториях АЗРФ. Предложены формализмы для описания и представления сложных логистических транспортных систем, функционирующих в интересах Морского Флота.

Практическая значимость исследования определяется способностью разработанного модельно-методического аппарата к эффективной организации безопасного судоходства в акваториях АЗРФ. В сравнении с существующими подходами, предлагаемая система обеспечивает прирост быстродействия при обработке больших объёмов данных об окружающей среде и логистических процессах. Это достигается за счёт внедрения рисковно-адаптированных прогнозов и оптимизации планирования технологических операций. Количественно эффективность решения подтверждается следующими показателями: полнота оперативного представления и анализа геоситуации возросла на 9% (для функционального подпространства) и на 13% (для операционного подпространства); своевременность вычисления оптимального маршрута повысилась на 7%.

Основные научные положения, теоретические выводы и практические рекомендации, разработанные в рамках диссертационного исследования, нашли отражение в 13 научных публикациях, из которых 7 работ опубликованы в изданиях, рекомендованных по перечню ВАК, 5 докладах в значимых конференциях и одно свидетельство регистрации программы для ЭВМ.

Оппонент полагает, что научные результаты, достигнутые автором, полезно внедрять при проведении дальнейших исследований в рамках данной области знаний. Предлагаемая им методика исследований может успешно применяться в образовательном процессе специализированных высших учебных заведений отрасли.

5. Общая характеристика работы и публикаций по теме диссертации

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научной проблемы, связанной с разработкой геоинформационной методики оперативной

оценки обстановки и выработки рекомендаций по организации функционирования системы «рискового арктического судоходства». Основой исследования выступает разработка и обоснование геоинформационной методики представления и оценки рисков гидрометеорологической обстановки для обеспечения безопасности судоходства в локальных акваториях Арктической зоны Российской Федерации.

Во введении автор детально обосновывает научную актуальность работы, формулирует новизну исследования, а также чётко определяет объект и предмет исследования, цели и задачи, два ключевых научных положения, которые выносятся на защиту.

Первая глава посвящена комплексному анализу условий и рисков арктического судоходства. В ней автор проводит пространственно-содержательный анализ арктической территориальной активности (АТА). Автор акцентирует внимание на глобальном территориальном охвате АЗРФ, сложности функционирования арктического судоходства и обеспечении грузоперевозок через стратегически важные проливы в полярной зоне. Автор проводит анализ физико-географических особенностей региона, состояния инфраструктуры АЗРФ. Автор выявляет критические риски, в частности: опасность недостаточного запаса глубины под килем судна, ограниченность традиционных геоинформационных методов для прогноза рисков уровня моря и статистической оценки георисков. Обозначается проблема, требующая интеграции геоинформационных методов с вероятностно-статистическим анализом для адекватной оценки морских опасностей (включая глубину) в сложных условиях Арктики. Первая глава демонстрирует высокий уровень научной проработки и логически выстроенное изложение, закладывая фундамент для последующих разделов.

Вторая глава посвящена разработке комплексной геомодели обстановки РАС.

Автором формулируется формальная структура геомодели РАС, которая состоит из системы геообъектов с определёнными пространственными координатами и набором характеристик (свойств и состояний) и отношений между геообъектами. Разработка геомодели основывалась на принципах пространственной упорядоченности, отражающая физическую организацию объектов в акватории, и содержательной упорядоченности, учитывающей

параметры вроде глубины, ледовитости, направления ветра и др. В работе детализируется состав геомодели, включая параметры различных подсистем, что позволяет учесть множество факторов, влияющих на безопасность и эффективность судоходства.

Автор разрабатывает вероятностно-статистическую модель для оценки рисков, связанных с гидрометеорологическими явлениями. Автором получено аналитическое выражение оценки верхней и нижней границы вероятности выхода случайных процессов за заданные пределы, например, изменения уровня воды. Полученная модель повышает точность оценки получаемой вероятности, что позволяет улучшить дальность прогнозов.

В работе рассматривается численное моделирование ветровых волн в мелководных акваториях, что актуально для арктических морей. Автор предлагает систему дифференциальных уравнений мелкой воды, позволяющая получить пространственное распределение уровня водной поверхности, и учитывающая силу Кориолиса, трение о дно и воздействие ветра. Для численного решения системы дифференциальных уравнений сформирована система линейных алгебраических уравнений, преимущество которой состоит в том, что значения в последующие моменты времени выражаются через значения в предыдущие моменты времени, что позволяет повысить скорость вычислений.

Вторая глава демонстрирует фундаментальный подход к созданию геомодели РАС с формализацией структуры, принципами упорядоченности, компонентами модели и моделями оценки прогнозирования георисков.

Третья глава посвящена разработке геоинформационной методики для оперативной оценки обстановки и выработки рекомендаций по организации функционирования системы РАС и апробации её на акватории Обской губы.

В главе представлены две методики прогнозирования георисков уровня воды в акваториях, учитывающих особенности, связанные с глубинами прогноза. Одна методика – краткосрочного прогнозирования георисков уровня моря, вторая методика – долгосрочного прогнозирования георисков уровня моря. Также автором разработана интегральная методика, объединяющая краткосрочные и долгосрочные прогнозы. Особенность этой методики заключается в расширении временного и пространственного набора данных о случайном процессе за счёт

численных расчётов уровня водной поверхности. Такой подход позволяет получать пространственное распределения рисков выхода уровня водной поверхности за заданные границы в заданный промежуток времени.

В работе представлена разработанная программная методика для пространственного анализа рисков в акваториях и формирования рекомендаций по обеспечению безопасности арктической навигации. Уникальность подхода заключается в объединении разнородных рисков (гидрологических, метеорологических, ледовых, операционных и прочих). Апробация методики на примере акватории Обской губы демонстрирует увеличение скорости вычисления и повышение своевременности расчётов по сравнению с традиционными методами.

В третьей главе представлена практическая реализация и апробация геоинформационной методики оценки гидрометеорологических рисков, разработанной в предшествующих разделах. Результаты расчётов и тестирования программного обеспечения демонстрируют высокую эффективность предложенного модельно-методического инструментария. Автор убедительно обосновывает, что применение инновационных геоинформационных технологий способно значительно улучшить безопасность и эффективность арктического судоходства – в первую очередь в сложных условиях северных акваторий.

6. Замечания по диссертационной работе

В диссертации присутствуют моменты, заслуживающие критики:

1. Для долгосрочного прогнозирования обычно анализируются годовые ряды данных. Однако в арктических морях инструментальные наблюдения зачастую отличаются малой продолжительностью и содержат пропуски. Поэтому важно пояснить, каким образом неполнота и недостаточность наблюдений сказываются на точности и достоверности оценок риска.

2. Разработанная автором вероятностно-статистическая модель достаточна для долгосрочных прогнозов, однако имеет сложное аналитическое представление и большое количество параметров, что делает сложным понимание её физического смысла.

3. Целесообразно в полной мере показать соотношение рисков уровня моря с другим морскими арктическими рисками – природными, техногенными, социальными.

4. Рекомендуется обосновать возможность применения разработанных моделей и методик не только в акватории Обской губы, но и в других районах Арктической зоны.

5. В работе проводятся расчёты уровня водной поверхности, которые учитывают только трение о дно и ветровое трение, но в арктических акваториях присутствуют ледовые массы, влияющие на течения и волнообразование. Было бы желательно включить трение о ледовые массы в расчёты.

6. При описании интегральной нейросетевой модели желательно привести архитектуру сети. Это позволило бы оценить устойчивость модели к переобучению и её применимость для других акваторий.

Содержащиеся в отзыве замечания не носят принципиального характера для оценки качества диссертационной работы.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям ВАК

Диссертационная работа Истомина Иннокентия Евгеньевича является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научно-теоретическом уровне.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной проблемы, связанной с созданием геоинформационной методологии регулирования рисков территории деятельности, отвечающей возрастающим потребностям в обеспечении безопасности и устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации.

Сформулированные в заключении выводы являются обоснованными и логически вытекают из содержания диссертации.

Диссертационная работа Истомина Иннокентия Евгеньевича на тему «Геоинформационная методика представления и оценки рисков гидрометеорологической обстановки в локальных акваториях Арктической Зоны Российской Федерации для обеспечения безопасности арктического судоходства»

соответствует требованиям пп. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Соискатель Истомин И.Е. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

Официальный оппонент:

Тезиков Александр Львович
доктор технических наук (05.22.17), профессор, заведующий кафедрой гидрографии моря Института «Морская академия» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова»

«22» апреля 2026 г.

Тезиков А.Л.

Согласие на обработку персональных данных

Я, Тезиков Александр Львович даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета.

«22» апреля 2026 г.

Тезиков А.Л.

Адрес организации: 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7 Литер А;
e-mail: otd_o@gumrf.ru; тел. (812) 748-96-92



Тезиков А.Л. удостоверяю
руководитель общего отдела
Н.А. Сарнацкая
20 26