



Акционерное общество
«Научно-производственное предприятие «Радар ммс»

197375, Россия, Санкт-Петербург
ул. Новосельковская, д. 37, литера А
тел.: +7 (812) 777-50-51
факс: +7 (812) 600-04-49
e-mail: radar@radar-mms.com
www.radar-mms.com



743 2

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального конструктора
по программно-целевому развитию
доктор технических наук, профессор

В.М. Балашов

« 20 » ноября 2025 г.

О Т З Ы В

ведущей организации –
Акционерного общества

«Научно-производственное предприятие «Радар ммс»
на диссертационную работу МИЛЯКОВА Дениса Федоровича на тему
«Геоинформационный метод поддержки
рисковой арктической территориальной активности
на основе методов гомоморфно-имплицитного упорядочения категорий»,
представляемую на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 1.6.20 — «Геоинформатика, картография»

Диссертационное исследование Милякова Д.Ф. посвящено разработке модельно-методического аппарата, обеспечивающего извлечение востребованной для арктической территориальной деятельности геопространственной информации в интересах наращивания потенциала математического обеспечения и программных оболочек геоинформационных систем (ГИС) при поддержке и регулировании рисковой арктической территориальной активности, и направлено на решение проблемы, связанной с отсутствием адекватного модельно-методического аппарата, обеспечивающего сквозную, непрерывную и многоуровневую технологию регулирования территориальной деятельности в условиях многосферных рисков.

Объектом исследования является арктическая территориальная активность (АТА), осуществляемая в условиях высокой динамики воздействия значительного числа разнородных (природные, техногенные, социальные) рисков факторов, а также геопространственная информация, циркулирующая в системе рисков арктической территориальной активности. Предмет исследования составляют модели и методы представления и анализа больших объёмов динамической многоуровневой разнородной геопространственной информации в процессах регулирования рисков АТА.

Соискателем на основе анализа рисков территориальной арктической деятельности и выявленной проблематики геоинформационной поддержки управления (ГИУ или геоконтроллинг) АТА решены следующие научно-технические задачи:

- разработана концепция геоконтроллинга АТА в условиях риска на основе перспективных математических методов анализа и геомоделирования;

- исследованы геомодели представления территориальных структур и объектов, рисковая модель АТА, эффективно работающие при динамично изменяющихся внешних условиях функционирования, неточности, неполноте, многомерности и разнородности мониторинговой пространственной информации;

- разработаны геоинформационные методы поддержки управления АТА (оценка геоситуации, выработка пространственно-содержательных рекомендаций) в условиях риска, обеспечивающих дальнейшее повышение уровня автоматизации ГИУ, обоснованности принимаемых решений.

Решаются задачи совершенствования технологий анализа и прогнозирования территориальных рисков в условиях неопределенности и многообразия имплицитных данных, что имеет важное значение для организаций, специализирующихся на создании геоинформационных автоматизированных систем управления.

1 Актуальность темы исследования

Практически вся территориальная деятельность социума протекает в условиях природных, техногенных, общественных и других рисков. Особенно сильно эти опасности и угрозы проявляются в области беспилотного воздухоплавания, протекающего в экстремально сложных природных (низкие температуры и перепады температур, сильные ветры, влажность, обильные осадки, плохая видимость) и технико-технических условиях (большой пространственный охват, высокие скорости, сложность авиатехники, множество разнородных сенсоров, особые требования к персоналу, системам связи, навигации, управления, освещения обстановки, наземной инфраструктуре). Еще больше указанные риски проявляются в Арктической зоне РФ (АЗРФ), где выше перечисленные сложные условия проявляются не только в высоких слоях атмосферы, но и в приповерхностном воздушном слое. К вышеперечисленному добавляются слабая инфраструктурная

и киберфизическая оборудованность театра, влекущая плохую связь, навигацию, освещение обстановки, сложность эксплуатации авиационных и др. технических систем. Поэтому пользователи вынуждены решать задачи в условиях неполной, неактуальной, ненадежной, недостоверной геопространственной информации об обстановке в арктическом регионе.

Математическое и программное обеспечение современных ГИС не в полной мере поддерживает задачи выявления полезной для осуществления и регулирования арктической деятельности геопространственной информации в существующих ограниченных потоках порой некачественной информации о текущей обстановке в Арктической зоне.

Налицо противоречие в потребности для эффективной рискованной арктической деятельности больших объемов кондиционной (по своевременности, достоверности, полноте, непротиворечивости) геопространственной информации об обстановке и отсутствии адекватных методов извлечения («инжектирования», «выуживания», «вытягивания») такой информации из довольно бедных потоков информации от существующих в настоящее время источников геоситуационных данных. Таким образом, актуальность представляемой диссертационной работы, направленной на разрешение указанного противоречия, то есть преодоления проблемы отсутствия адекватного модельно-методического аппарата представления, анализа и выявления в циркулирующих в настоящее время в АЗРФ ограниченных потоках данных полезной для осуществления территориальной арктической деятельности геопространственной информации, сомнений не вызывает.

В условиях высокой неопределенности и сложности взаимосвязей между объектами традиционные методы анализа географической информации демонстрируют ограниченную эффективность. Современные системы мониторинга и управления, базирующиеся на данных спутниковых наблюдений, радиотехнических систем, объектовых и региональных средств наблюдения на различных физических принципах и других технологий, сталкиваются с проблемой обработки значительных объемов разнородной информации, роль и значимость которых в решении конкретных задач может варьироваться. Это обстоятельство подчеркивает важность создания теоретических моделей, основанных на объектно-ориентированном подходе и аппарате категорийного моделирования, которые позволяют формализовать и упорядочить многокритериальные данные для принятия решений в реальном времени.

2 Структура диссертации и ее соответствие установленным требованиям

Структура и оформление диссертации и автореферата диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат грамотно и логично структурированы в соответствии с целью и научной задачей, написаны понятным научным языком.

Диссертация состоит из списка сокращений, перечня терминов и определений, введения, пяти глав и заключения, списка использованных источников. Работа изложена на 367 страницах и включает 111 рисунков и 25 таблиц. Список использованных источников состоит из 175 источников российских и зарубежных авторов.

Диссертация Милякова Д.Ф. по своей теме, содержанию и научным результатам соответствует пунктам 1, 6, 7, 20 паспорта научной специальности 1.6.20 «Геоинформатика, картография».

Можно утверждать, что научная работа имеет внутреннее единство, выводы диссертационной работы обоснованы, подкреплены источниками, объективны и соответствуют задачам и цели исследования.

Методологическая основа диссертационной работы соответствует основным подходам и направлениям современной науки.

Автореферат написан грамотно, логично, достаточно иллюстрирован, наиболее сложный материал сопровождается примерами и результатами вычислений, дает полное представление о проведенных исследованиях.

Диссертационная работа характеризует автора как специалиста, владеющего методологией научных исследований на необходимом уровне, способного самостоятельно проводить научные исследования, формулировать научные задачи и доводить теоретические решения до практических рекомендаций.

3 Выносимые на защиту новые научные результаты

1. Объектно-ориентированный подход по отнесению географических объектов в категории и типы, который отличается наличием внутренней иерархии формализованных свойств, параметров, признаков и связей, что позволит в значительной мере унифицировать описание и методы преобразования структур конкретных геообъектов используя структуры верхнего порядка по принципу наследования.

2. Концептуальная модель построения системы региональной территориальной активности, способной к применению математического аппарата теории категорий для преобразования пространственных структур, что обеспечивает гомоморфное отображение сложных территориальных взаимосвязей и позволяет повысить эффективность обработки многомерной геоинформации в условиях неопределённости. Ключевым преимуществом концепции является возможность имплицитного упорядочивания факторов за счёт категоризации пространственных отношений и применения объектно-ориентированного подхода, что создаёт теоретическую основу для построения адаптивных систем поддержки принятия управленческих решений в условиях множественных рисков.

3. Геоинформационные модели представления геоструктур и геообъектов, формализованные и структурированные, эффективно работающие при динамично изменяющихся внешних и внутренних параметрах, неточности, неполноте, многомерности и разнородности мониторинговой информации, что позволяет использовать

геоинформационные методы поддержки управления АТА на основе интеграции разнородной информации (географической, экологической, социально-экономической и др.) в единую систему, сохраняющую структуру взаимосвязей и закономерностей географических объектов различных категорий.

4. Геоконтроллинговый метод регулирования рисков территориальной активности отличается интеграцией предиктивной аналитики, имплицитных факторов и адаптивного управления на основе разнородных данных. Данный подход принципиально отличается от традиционного геомониторинга и позволяет повысить оперативность, эффективность и уровень автоматизации системы поддержки принятия решений, что в конечном итоге обеспечивает повышение прогностической способности территориальных систем управления и формирование обоснованных рекомендаций в режиме реального времени за счёт использования искусственных нейронных сетей (ИНС) и методов искусственного интеллекта (ИИ).

4 Новизна полученных научных результатов

Новизна результатов исследования заключается в развитии и синтезе известных науке решений:

- **предлагаемый автором объектно-ориентированный подход к категоризации географических объектов** отличается внутренней иерархией формализованных свойств, параметров, признаков, связей и методов их трансформации, что обеспечивает возможность преобразования геопространственных структур с использованием современных математических методов моделирования, позволяя сохраняя структуру данных расширять ординарную информацию за счет трансформации имплицитной (неявной) информации о реальных географических объектов (ГО);

- **концептуальная модель АТА**, впервые дает возможность применения математического аппарата теории категорий для преобразования пространственных структур. Впервые предложен метод гомоморфного преобразования сложных территориальных взаимосвязей для реализации в ГИС, что повышает эффективность обработки многомерной геоинформации. Ключевым преимуществом является введение имплицитного упорядочивания факторов через категоризацию пространственных отношений, что создает теоретическую основу для разработки адаптивных систем поддержки принятия решений в условиях множественных рисков;

- **геоинформационные модели представления геоструктур и ГО**, реализующие объектно-ориентированный подход, что обеспечивает содержательное дополнение моделей в условиях неточности, неполноты, многомерности и разнородности мониторинговой информации.

Впервые предложена методология объединения географической, экологической, социально-экономической и иной информации в единую систему с сохранением структуры взаимосвязей и закономерностей ГО

различных категорий. Это создает основу для повышения полноты и точности геоинформационных методов поддержки управления АТА;

- геоконтроллинговый метод регулирования рисков территории активности, отличается интеграцией предиктивной аналитики, имплицитных факторов и адаптивного управления на основе разнородных данных. Данный подход принципиально отличается от традиционного мониторинга своей внутренней геоинформационной содержательностью процессов регулирования и контроля процедур управления, что обеспечивает более точное и своевременное принятие решений.

5 Значимость полученных результатов для науки и практики

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в развитии научно-методического аппарата обработки разнородной информации о реальных объектах, обладающих структурой, пространственным аспектом и многомерностью связанных зависимостей в системе рисков территории деятельности, учитывающий как географический, так и производные с ним аспекты.

Практическая ценность работы состоит в возможности применения разработанных моделей и методов в автоматизированных системах выработки рекомендаций для повышения эффективности территориального регулирования за счет учета факторов риска, которые традиционно игнорируются в существующих геомоделях.

Обеспечена эффективность разработанного автором геоинформационного модельно-методического аппарата, что подтверждено актами внедрения. Так в интегральном выражении: при анализе и оценке навигационно-гидрографической и ледовой обстановки в Карском море за счет использования разработанного имплицитного геоморфно-категорийного аппарата удалось добиться увеличения объема полезных ординарных данных на 11%. Построение рекомендованного маршрута судна с учётом имплицитных факторов риска показало снижение расчётного индекса риска на 14% по сравнению с маршрутами, проложенными традиционными методами без учёта данных факторов.

Разработанные подходы создают основу для совершенствования автоматизированных систем поддержки принятия решений, что позволяет минимизировать риски и повышать оперативность административного и целевого управления в условиях неопределенности.

6 Достоверность и обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Достоверность и обоснованность научных положений, изложенных в работе, подтверждается использованием строгих математических методов, таких как аппарат теории категорий, объектно-ориентированного подхода и методов гомоморфного преобразования данных, которые имеют надежную теоретическую базу. Практическая реализуемость

предложенных моделей и методик проверена на примерах анализа реальных данных, включая обработку информации с использованием искусственных нейронных сетей и спутниковых радиоголограмм. Результаты исследования согласуются с современными представлениями в области геоинформатики, рискологии и системного анализа, что подтверждается их успешной апробацией в рамках научных конференций и публикаций. Интеграция известных подходов в единую методологию обеспечивает воспроизводимость и устойчивость полученных результатов, а также их применимость для решения практических задач управления территориальной активностью в сложных регионах России.

Достоверность результатов подтверждается их широким внедрением, апробацией и публикацией.

Результаты исследования докладывались, обсуждались и были одобрены на 18 международных и всероссийских научно-технических конференциях с опубликованием материалов) в АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», ФГАОУ ВО «СПб ПУ Петра Великого», ФГБОУ ВО «РГГМУ», ФГБВОУ ВО «ВКА имени А.Ф. Можайского», АО «СЗРЦ Концерна ВКО «Алмаз – Антей» – «Обуховский завод», ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова».

Из приведенного списка публикаций автора следует, что содержание диссертационной работы достаточно полно изложено в работах, доступных для анализа и изучения широким кругом специалистов в данной предметной области.

С необходимой полнотой полученные научные результаты опубликованы в 32 научных публикациях, из которых 21 работа опубликованы в изданиях, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, две из которых входят в базу данных SCOPUS, 2 монографии, 3 доклада в значимых конференциях, один патент на полезную модель и одно свидетельство регистрации программы для ЭВМ.

При этом 8 научных статей написаны лично автором.

Результаты исследования получили положительную оценку со стороны организаций, занимающихся научной, образовательной и практической деятельностью, что подтверждается актами внедрения в учебный процесс и проводимые НИОКР, а именно:

- в учебный процесс ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова;
- в АО «МНС» при выполнении ОКР «Устройство выдачи картографической информации»;
- в АО «ГНИНГИ» при выполнении НИР «Прагматика-ГНИНГИ»;
- в АО «КБ НАВИС» при выполнении НИР «Пунктир» этап 4,5 и СЧ НИР «Развитие-ГЛОНАСС»;

- в АО «НПП «Радар ммс» при выполнении ОКР «Создания комплекса средств магнитной съемки».

7 Личный вклад автора

Все основные теоретические и практические результаты диссертационной работы получены автором лично или в соавторстве с другими исполнителями, о чем имеются соответствующие ссылки.

Личный вклад автора заключается в обосновании нового метода геоинформационной поддержки рискованной территориальной активности через разработку алгоритмов структуризации геоинформации посредством категоризации и их адаптацию для современных автоматизированных систем, что создало теоретическую базу для дальнейшего развития геоинформационных технологий анализа и управления территориальной активностью на территории в сложных условиях.

Личный вклад автора также заключается в проведении практического эксперимента по классификации судов на основе данных радиоголограмм спутникового мониторинга с использованием искусственных нейронных сетей в условиях Северного морского пути. Несмотря на ограниченный объем исходной выборки, полученные результаты демонстрируют достойную эффективность предложенного подхода и подтверждают возможность его дальнейшего совершенствования для решения задач мониторинга и управления судоходством в арктическом регионе.

Автор является разработчиком программы моделирования, планирования и визуализации доступных маршрутов судна с учётом двумерного фактора риска и трёхмерного многообразия имплицитных параметров среды, на которую получено **свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №RU2025682561 от 25.08.2025 г.**

8 Рекомендации по использованию результатов работы

Предложенные геоинформационные модели и методология гомоморфно-имплицитного упорядочения категорий могут быть применены для создания автоматизированных систем поддержки принятия решений, особенно в условиях высокой неопределенности и множественности рискованных факторов.

Рекомендуется использовать разработанные подходы для совершенствования существующих геоинформационных систем за счет интеграции разнородной информации (экологической, социально-экономической, нормативной), что обеспечивает более комплексную оценку обстановки и создает основу для выработки обоснованных рекомендаций по управлению рисками и реализации целевых указаний в рамках риск-ориентированных задач от объектового масштаба до планирования хозяйственной деятельности в регионе. Таким образом, результаты работы могут быть успешно применены в государственных и коммерческих организациях, занимающихся освоением и управлением территориями.

9 Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы и автореферата

При общей положительной оценке диссертационной работы Милякова Д.Ф. следует указать на отдельные замечания:

1. Замечания по содержанию научных результатов и рекомендаций.

1.1. Тема диссертационной работы и полученные соискателем научные результаты имеют высокий уровень абстракции и выходят за рамки только проблем АТА, что требует дополнительного пояснения о вариативности использования предложенных методов и моделей в других регионах или сферах деятельности.

1.2. Неясно, какие разделы специального геоинформационного метода исследований развиваются с помощью разработанного автором модельно-методического аппарата.

1.3. Нет ясности, что автор исследует в работе при построении геомodelей среды: геориски или риски. В любом случае при выполнении территориального исследования следовало уделить внимание теоретическим аспектам геориска для пространственно протяженной арктической зоны РФ.

1.4. В работе не нашло достаточного отражения актуальных вопросов использования БПЛА, как технико-технологической основы построения систем связи, навигации, освещения обстановки в АЗРФ.

1.5. Конкретный набор представленных в работе категорий формируется на основе анализа предметной области, однако механизм выбора и уточнения набора категорий описан слишком обобщенно и не раскрывает конкретных критериев или методов, используемых для оценки полноты и адекватности рассматриваемых категорий.

1.6. В работе отсутствует учет и оценка возможного «обратного» эффекта трансформации имплицитной информации в ординарную, который может оказывать негативный эффект на конечный результат.

1.7. В выводах по второй главе на 166 странице формулировка о «формировании цифровой среды» вызывает вопросы в силу своей избыточной абстрактности и обобщенности. Понятия «цифровая среда многоаспектного геоинформационного моделирования» и «единая геоинформационная киберсреда» практически синонимичны в данном контексте, что создает смысловое повторение.

1.8. В автореферате недостаточно полно раскрыто содержание и влияние категории «Геориск» на процессы категорийной структуризации множества геообъектов в пространстве АТА, чтобы продемонстрировать её значимость и роль в формировании иерархии категорий.

1.9. Представляется спорной заявленная соискателем претензия на 2, 3, 11, 12, 19, 21 пункты паспорта научной специальности 1.6.20 «Геоинформатика, картография».

2. Замечания по оформлению диссертационной работы и автореферата.

2.1. Формулировка ПРОБЛЕМЫ в тексте и в тексте автореферата несколько различаются.

В тексте диссертационной работы «Выявлена проблема, заключающаяся в отсутствии адекватного модельно-методического аппарата, способного реализовать сквозную, непрерывную и многоуровневую технологию управления рисками на территории, и требующая разработки соответствующих геоинформационной технологии», а в тексте автореферата «Проблема заключается в отсутствии адекватного модельно методического аппарата, обеспечивающего сквозную, непрерывную и многоуровневую технологию регулирования рисками на территории, что требует разработки соответствующих геоинформационных методов и инструментов для её решения».

Не ясно, какая же необходима технология – «управления» или «регулирования» рисками?

2.2. Формулировка ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ в тексте и в тексте автореферата несколько различаются.

Не конкретизировано, что в итоге разрабатывается: ТЕХНОЛОГИЯ или МЕТОД.

2.3. На наш взгляд, формулировка научных положений, выносимых на защиту (научных результатов) должна быть более краткой и четкой. Различные пояснения, что они позволяют или обеспечивают, должны быть вынесены из определения научного результата.

2.4. В соответствии с п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней», диссертационная работа должна быть написана автором самостоятельно, и как следствие, применение в ней термина «МЫ» (стр. 56 и 301 текста диссертации), представляется не корректным.

10 Выводы

1. Отмеченные недостатки не снижают общий уровень диссертационной работы, так как не препятствуют уяснению сути, новизны и достоверности полученных соискателем научных результатов.

2. С поставленными задачами соискатель успешно справился, цель научного исследования достигнута.

3. Актуальность, обоснованность, новизна, достоверность, теоретическая и практическая значимость научных результатов, полученных Миляковым Д.Ф. в ходе диссертационного исследования, сомнений не вызывает.

4. Диссертационная работа Милякова Д.Ф. на тему «Геоинформационный метод поддержки рисковей арктической территориальной активности на основе методов гомоморфно-имплицитного упорядочения категорий» является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, связанное с созданием методологии геоинформационного регулирования

рисковой территориальной деятельности на основе имплицитных гомоморфно-категорийных отображений и представлений.

5. По научному содержанию, глубине проработки и качеству их выполнения, важности цели и задач исследования, ценности и объёму разработанных теоретических положений и рекомендаций в рассматриваемой предметной области, диссертационная работа удовлетворяет требованиям пунктов 9, 10, 11, 13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции от 16.10.2024 г.), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор - МИЛЯКОВ Денис Федорович - заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.20 «Геоинформатика, картография».

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании Научно-технического совета АО «НПП «Радар ммс», протокол от 19 ноября 2025 г. № 11-5/25).

Присутствовало на заседании 37 чел.

Результаты голосования: «За» – 37, «Против» – нет, «Воздержались» – нет.

Отзыв составили:

Заместитель начальника отдела № 249
доктор технических наук, старший научный сотрудник

А.В. Кирпанев

Заместитель директора НПК МАРС по эксплуатации
Заслуженный метеоролог Российской Федерации
кандидат технических наук, доцент

Д.Л. Щенников

Адрес организации:

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»
(АО «НПП «Радар ммс»).

197375, Санкт-Петербург, ул. Новосельковская, д. 37, лит. А.

Тел.: (812) 777-50-51, факс: (812) 600-04-49.

Электронная почта: radar@radar-mms.com, сайт: <https://radar-mms.com>.