

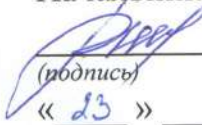
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКПБ «Опτικο-электронные методы в землеустройстве
и кадастрах»

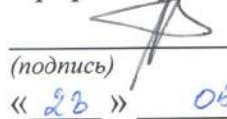
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

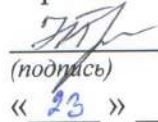
 Е.М. Димитриади
(подпись)
« 23 » 06 20 25 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 А.В. Космынин
(подпись)
« 26 » 06 20 26 г.

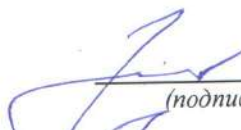
Декан факультета кадастра и
строительства

 Н.В. Гринкруг
(подпись)
« 23 » 06 20 25 г.

«Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса
современных геоинформационных систем»

Комплекс конструкторской/ проектной документации

Руководитель СКПБ

 (подпись, дата)
16.05.25

В.И. Зайков

Руководитель проекта

 (подпись, дата)
16.05.25

В.И. Зайков

Комсомольск-на-Амуре 2025

Карточка проекта

Название	«Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем»
Тип проекта	<i>Техническое творчество (инициативный)</i>
Исполнители	Полтавцева Арина Олеговна гр. 3КЗм-1 
Срок реализации	Начало выполнения – февраль 2025 г. Окончание выполнения – май 2025 г.

Использованное оборудование и программное обеспечение

Наименование	Количество, шт.
программный пакет QGIS	1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ЗАДАНИЕ
на разработку

Название проекта

«Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем»

Назначение

Проект направлен на выявление основных тенденций развития аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем

Область использования

Проект находит применение в различных областях, где необходимы решения на основе геоинформационных технологий. К основным областям использования относятся: урбанистика и градостроительство, экология и мониторинг окружающей среды, землеустройство и кадастр, транспорт и логистика, сельское хозяйство и агрономия, туризм и навигация.

Объект исследования – геоинформационные системы.

Функциональное описание проекта

Проект включает в себя следующие функциональные элементы:

1. Анализ архитектуры ГИС: Исследование структуры и взаимодействия компонентов аппаратно-программного комплекса.
2. Оценка функциональных возможностей: Анализ функционала современных ГИС, включая возможности анализа, моделирования, интеграции с другими системами и пользовательского интерфейса.

3. Примеры применения: Обзор реальных кейсов использования ГИС в различных отраслях, иллюстрирующий практическую значимость проекта.

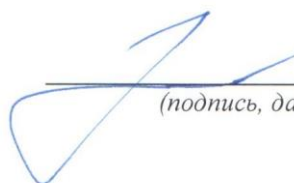
Проект направлен на создание базы знаний для дальнейшего развития и внедрения современных геоинформационных технологий.

Таблица 1 - План работ:

Наименование работ	Срок
Информационное исследование и теоретическое обоснование проекта	25.02.2025
Анализ аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем	09.03.2025
Анализ успешных реализаций и рекомендаций по оптимизации аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем	30.03.2025
Оформление отчета по выполненному проекту	17.05.2025

Перечень графического материала:

Руководитель проекта

 16.05.25г В.И. Зайков
(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

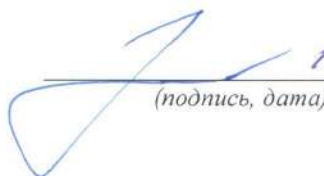
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ПАСПОРТ

(техническое описание) проекта

**«Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса
современных геоинформационных систем»**

Руководитель проекта



16.05.25г

В.И. Зайков

(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2025

Содержание

1	Общие положения	7
1.1	Наименование проекта	7
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование проекта.....	7
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке проекта	7
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах	8
2	Назначение и принцип действия	9
2.1	Назначение проекта	9
2.2	Области использования проекта.....	9
2.3	Принцип действия проекта	9
3	Архитектура геоинформационных систем	11
3.1	Общие принципы построения ГИС.....	11
3.2	Аппаратные компоненты ГИС	12
3.3	Программные компоненты ГИС.....	14
4	Методы оптимизации геоинформационных систем.....	17
4.1	Оптимизация аппаратных ресурсов	17
4.2	Оптимизация программного обеспечения.....	18
4.3	Интеграция с другими системами и технологиями.....	20
5	Современные технологии в геоинформационных системах	23
5.1	Облачные технологии и их влияние на ГИС.....	23
5.2	Использование больших данных в ГИС	24
5.3	Инструменты для визуализации и анализа данных.....	26
6	Анализ успешных реализаций и рекомендации	29
6.1	Примеры успешных проектов ГИС.....	29
6.2	Рекомендации по оптимизации существующих систем	31
6.3	Перспективы развития ГИС в условиях современных вызовов	32

Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, интерфейсом аппаратно-программного обеспечения, технологией установки и эксплуатации разработанного проекта.

1.1 Наименование проекта

Полное наименование изделия – «Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем».

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование проекта

Проектирование «Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке проекта

Заказчиком проекта «Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17. Исполнителями проекта «Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем» являются Конструкторы студенческого бюро «Оптико-электронные методы в землеустройстве и кадастрах» (далее СКПБ), студент группы ЗКЗм-1, Полтавцева Арина Олеговна.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		7

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации.
Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации.
Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации.
Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации.
Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации.
Общие требования к выполнению конструкторских технологических
документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации.
Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации.
Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации.
Эксплуатационные документы.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
						8
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Проект «Исследование структуры аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем» нацелен на анализ и систематизацию компонентов и архитектурных решений, используемых в современных ГИС, а также на выявление их функциональных возможностей и применимости в различных сферах деятельности....

2.2 Области использования проекта

Проект находит применение в различных областях, где необходимы решения на основе геоинформационных технологий. К основным областям использования относятся: урбанистика и градостроительство, экология и мониторинг окружающей среды, землеустройство и кадастр, транспорт и логистика, сельское хозяйство и агрономия, туризм и навигация.

2.3 Принцип действия проекта

Принцип действия современного аппаратно-программного комплекса ГИС включает следующие этапы:

Сбор данных: Используются различные источники данных, такие как спутниковые снимки, аэрофотосъемка, сенсоры, а также данные от пользователей. Данные могут быть векторными (точки, линии, полигоны) и растровыми (изображения).

Хранение данных: Собранные данные хранятся в базах данных, которые могут быть реляционными или нереляционными, в зависимости от требований к объему и структуре данных.

Обработка данных: Используются алгоритмы и программные инструменты для обработки и анализа данных. Это может включать пространственный анализ, геостатистику, моделирование и визуализацию.

Визуализация данных: Результаты анализа представляются в виде карт, графиков и других визуальных форматов, что позволяет пользователям лучше понять информацию и принимать обоснованные решения.

Интерактивное взаимодействие: Пользователи могут взаимодействовать с системой через пользовательский интерфейс, выполняя запросы, анализируя данные и получая отчеты.

Интеграция с другими системами: ГИС может интегрироваться с другими информационными системами для обмена данными и улучшения функциональности, что позволяет расширять возможности использования.

Таким образом, современный аппаратно-программный комплекс ГИС обеспечивает комплексный подход к управлению и анализу геопространственных данных, что позволяет эффективно решать задачи в различных областях.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
						10
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

3 Архитектура геоинформационных систем

3.1 Общие принципы построения ГИС

Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой совокупность аппаратных и программных средств, предназначенных для сбора, хранения, анализа и визуализации геопространственных данных. Их основная цель заключается в упрощении работы с пространственной информацией, что позволяет принимать обоснованные решения в различных областях, таких как городское планирование, экология, транспорт и сельское хозяйство. История развития ГИС началась в 1960-х годах, когда с появлением первых компьютеров стало возможным автоматизировать обработку картографической информации. В контексте проектирования объектов инфраструктуры следует отметить, что AutoCAD Civil 3D — отраслевой программный продукт для проектирования объектов инфраструктуры в организациях, занимающихся разработкой и проектированием генеральных планов объектов промышленного и гражданского строительства. Этот программный продукт является важным инструментом в арсенале ГИС, позволяя интегрировать данные и проводить детальный анализ проектируемых объектов, что способствует повышению эффективности проектирования и снижению вероятности ошибок.

Современные ГИС состоят из нескольких ключевых компонентов: аппаратного обеспечения, программного обеспечения, данных, методов и пользователей. Аппаратное обеспечение включает в себя компьютеры, серверы и устройства для сбора данных, такие как GPS-навигаторы и дроны. Программное обеспечение обеспечивает обработку и анализ данных, предоставляя инструменты для их визуализации и моделирования. Данные являются основой ГИС и включают в себя спутниковые снимки, карты и статистическую информацию. Методы определяют алгоритмы и процессы анализа данных, а пользователи — это специалисты, работающие с системой для достижения поставленных целей.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		11

Интеграция данных в ГИС является ключевым аспектом, обеспечивающим их функциональность. Она включает объединение информации из различных источников, таких как спутниковые снимки, наземные измерения и статистические данные, для создания единой базы данных. Это обеспечивает более точные и полные результаты анализа. В частности, в городском планировании использование данных с высоким разрешением, достигающим нескольких сантиметров, позволяет эффективно моделировать инфраструктуру и прогнозировать её развитие.

Для обеспечения совместимости и обмена данными между различными компонентами ГИС применяются международные стандарты и протоколы. Например, стандарт ISO 19115 определяет правила описания метаданных для геопространственных данных, что упрощает их использование и интеграцию. Подобные стандарты способствуют созданию унифицированных систем, которые могут взаимодействовать друг с другом, независимо от производителя или разработчика программного обеспечения. Это особенно важно в условиях глобальной кооперации и обмена информацией.

3.2 Аппаратные компоненты ГИС

Аппаратные компоненты геоинформационных систем играют ключевую роль в обеспечении их функциональности. Основными типами аппаратных компонентов являются серверы, рабочие станции, системы хранения данных, сетевые устройства, а также специализированные устройства для сбора и обработки геоданных. Серверы обеспечивают централизованную обработку и хранение данных, рабочие станции используются для анализа и визуализации информации, а системы хранения данных предоставляют необходимую емкость для больших объемов геопространственных данных. Сетевые устройства, такие как маршрутизаторы и коммутаторы, обеспечивают связь между компонентами системы, что позволяет эффективно передавать данные. Специализированные устройства, такие как GPS-приемники и дроны, используются для сбора точных данных о местности.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		12

Серверы и сетевые устройства играют ключевую роль в инфраструктуре геоинформационных систем, выполняя важные задачи, такие как обработка данных, управление базами данных и предоставление доступа к геоинформационным ресурсам через сети. Например, серверы с объемом оперативной памяти до 512 ГБ способны обрабатывать большие объемы данных, что делает их незаменимыми для работы с современными ГИС. При этом сетевые устройства, такие как маршрутизаторы и коммутаторы, обеспечивают надежное соединение между различными компонентами системы. Это особенно критично для распределенных ГИС, где данные передаются между удаленными узлами. Дополнительно, на основе проведенного анализа предлагается наиболее приемлемый вариант построения современной системы сопровождения подвижных объектов в составе интегрированной системы передачи информации по радио и спутниковым каналам связи «ПОТОК»». Это подчеркивает значимость интеграции различных технологий для эффективного функционирования ГИС.

Специализированные устройства играют ключевую роль в сборе данных для геоинформационных систем. К таким устройствам относятся спутниковые системы, включая GPS, Galileo и GLONASS, которые обеспечивают высокую точность позиционирования. Дроны с камерами высокого разрешения также становятся важным инструментом, позволяющим создавать карты с точностью до 5 см. Эти технологии собирают данные о рельефе, инфраструктуре и других объектах, что делает их незаменимыми для создания и обновления геоинформационных баз данных. Использование таких технологий значительно повысило точность и оперативность сбора данных. В этом контексте компания «АйДиТи» выделяется как один из ведущих отечественных поставщиков лицензионного программного и аппаратного обеспечения, а также системный интегратор в области САПР и ГИС.

Для обеспечения эффективной работы ГИС предъявляются высокие требования к аппаратному обеспечению. Это связано с необходимостью об-

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		13

работки больших объемов данных и выполнения сложных вычислений. Современные серверы должны обладать высокой производительностью, большим объемом оперативной памяти и емкими системами хранения данных. Рабочие станции должны быть оснащены мощными процессорами и графическими картами, чтобы обеспечивать быструю обработку и визуализацию данных. Кроме того, сетевые устройства должны обеспечивать высокую пропускную способность для передачи данных между компонентами системы.

Примеры успешного использования аппаратных компонентов демонстрируют их значимость в работе ГИС. Например, компании, такие как Esri, активно инвестируют в разработку и интеграцию аппаратных решений с их программным обеспечением. Это позволяет создавать более эффективные системы для анализа и визуализации данных. Использование серверов с высокой производительностью и дронов с камерами высокого разрешения позволяет решать задачи городского планирования и мониторинга окружающей среды. Такие примеры подчеркивают важность правильно подобранного аппаратного обеспечения для успешной реализации проектов на основе ГИС.

3.3 Программные компоненты ГИС

Программное обеспечение геоинформационных систем представляет собой набор модулей и компонентов, обеспечивающих обработку, хранение, анализ и визуализацию геопространственных данных. Архитектура ГИС обычно модульная, что позволяет гибко адаптировать систему под конкретные задачи. Основные элементы включают ядро системы, отвечающее за базовые функции, интерфейс пользователя, базы данных и модули анализа данных. Такая структура позволяет реализовывать программные средства с масштабируемыми функциональными возможностями по приему, обработке, визуализации и анализу навигационных и пространственных данных. Это обеспечивает как масштабируемость, так и совместимость с различными аппаратными платформами и другими программными продуктами.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		14

Базы данных играют ключевую роль в функционировании ГИС, так как они обеспечивают хранение и управление огромными объемами геопространственной информации. Современные ГИС используют как реляционные базы данных, такие как PostgreSQL с расширением PostGIS, так и нереляционные, например, MongoDB для работы с неструктурированными данными (рисунок 1). Это позволяет эффективно обрабатывать данные разных форматов, обеспечивая высокую скорость доступа и надежность хранения. Кроме того, базы данных интегрируются с инструментами анализа, что упрощает выполнение сложных запросов и расчетов.

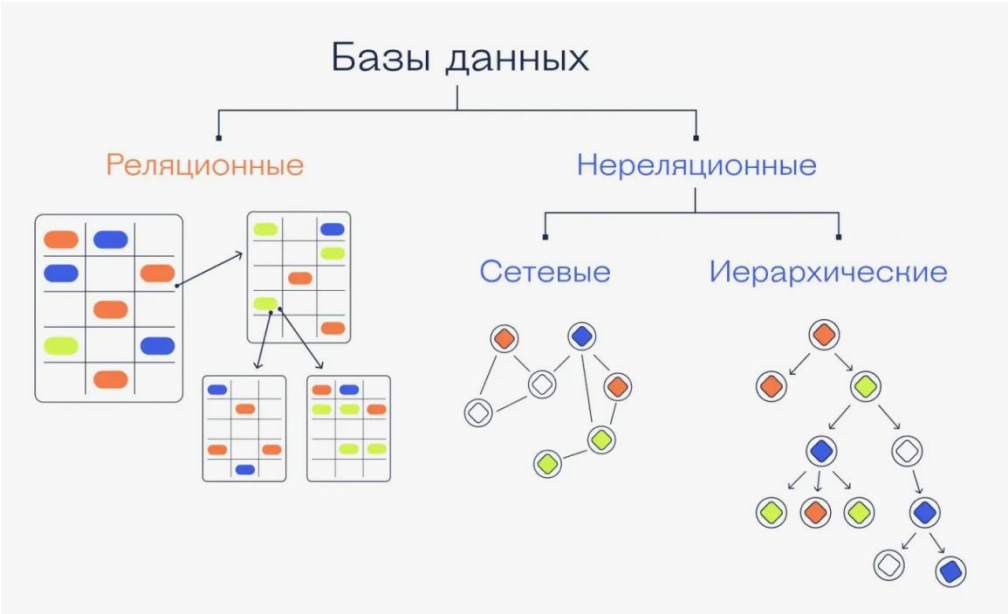


Рисунок 1 – Виды баз данных

Алгоритмы обработки геопространственных данных составляют основу аналитической функциональности ГИС, включая методы интерполяции, пространственного анализа, обработки изображений и моделирования. Современные алгоритмы активно применяют машинное обучение для анализа спутниковых снимков и предсказания изменений на поверхности Земли. Например, алгоритмы классификации изображений позволяют идентифицировать типы ландшафта или объектов, что особенно полезно в сельском хозяйстве и мониторинге окружающей среды. Геоинформационные системы в современном мире цифровизации являются практикующими средствами, используемыми для решения задач в различных областях, включая управление

земельными ресурсами и экологический мониторинг. Постоянное развитие этих методов способствует расширению возможностей ГИС, что открывает новые горизонты для их применения в различных сферах.

Пользовательские интерфейсы (UI) в ГИС играют важную роль, так как они обеспечивают взаимодействие между пользователем и системой. Современные интерфейсы разрабатываются с учетом принципов удобства и интуитивности, что позволяет пользователям с разным уровнем подготовки эффективно работать с системой. Например, интерфейсы программ, таких как QGIS, предоставляют возможность кастомизации, что позволяет адаптировать их под специфические нужды пользователей. Оптимизация UI включает в себя упрощение навигации, улучшение визуализации данных и повышение скорости отклика системы.

Современные технологии, такие как облачные вычисления, искусственный интеллект и интернет вещей (IoT), активно интегрируются в геоинформационные системы, расширяя их функциональные возможности. В связи с глобальной информатизацией общества в интересах многих пользователей в нашей стране и за рубежом созданы и применяются ГИС-технологии, ориентированные на решение определенного круга научных и производственных задач. Например, облачные платформы позволяют не только обрабатывать, но и хранить данные в удаленных центрах, что существенно снижает нагрузку на локальные ресурсы. Искусственный интеллект, в свою очередь, используется для анализа данных и автоматизации сложных процессов, таких как предсказание природных катастроф. Эти технологии делают ГИС более доступными и эффективными, открывая новые перспективы для их применения в различных отраслях.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		16

4 Методы оптимизации геоинформационных систем

4.1 Оптимизация аппаратных ресурсов

Для эффективной работы геоинформационных систем необходимо тщательно анализировать требования к аппаратным ресурсам, поскольку объемы данных, обрабатываемых такими системами, могут достигать петабайтов. Этот анализ включает определение необходимых вычислительных мощностей, объема оперативной памяти, емкости хранилища данных и сетевых ресурсов. Учет этих факторов позволяет избежать узких мест в системе и обеспечить ее стабильную работу даже при высоких нагрузках.

Одним из ключевых методов оптимизации вычислительных мощностей в ГИС является использование современных процессоров и графических ускорителей (GPU). GPU-ускорение позволяет значительно ускорить обработку графической информации, что особенно важно для задач визуализации и анализа пространственных данных. Кроме того, применение серверов с архитектурой ARM позволяет снизить энергопотребление, что делает такие системы более экономичными.

Оптимизация управления памятью и хранилищем данных включает использование высокопроизводительных устройств хранения, таких как SSD, которые обеспечивают значительно более высокую скорость чтения и записи данных по сравнению с традиционными HDD. Это особенно актуально для обработки больших объемов пространственных данных, где скорость доступа к информации играет ключевую роль. Также важно применять технологии сжатия данных для уменьшения занимаемого объема.

Применение специализированного оборудования, такого как серверы для обработки пространственных данных или устройства с аппаратной поддержкой виртуализации, позволяет повысить производительность ГИС. Виртуализация, например, дает возможность запускать несколько виртуальных серверов на одном физическом устройстве, что увеличивает эффективность использования ресурсов и снижает затраты на оборудование.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		17

Мониторинг и регулярная настройка аппаратных ресурсов играют ключевую роль в оптимизации геоинформационных систем. Специализированные инструменты мониторинга позволяют отслеживать загрузку процессоров, использование памяти и состояние хранилищ данных, что помогает своевременно выявлять и устранять узкие места в системе. Настройка параметров оборудования в соответствии с актуальными требованиями способствует поддержанию высокой производительности и надежности. Разработка комплексного подхода к обеспечению информационной безопасности информационно-аналитических систем, основанных на геоинформационных технологиях, представляет собой важную задачу для повышения стабильности системы. В этом контексте необходимо учитывать как аппаратные, так и программные аспекты, что обеспечит более эффективное функционирование ГИС.

4.2 Оптимизация программного обеспечения

Оптимизация алгоритмов обработки данных является ключевым аспектом повышения производительности геоинформационных систем. Алгоритмы пространственного анализа, такие как алгоритм Джарвиса для построения выпуклой оболочки, служат основой многих ГИС-приложений. Улучшение и адаптация этих алгоритмов под современные вычислительные платформы позволяют значительно ускорить обработку данных, что особенно актуально при работе с большими объемами информации. В этой связи приведены основополагающие принципы проектирования сетевой распределенной информационно-аналитической среды обработки геологических данных. Это подчеркивает важность комплексного подхода к оптимизации, который учитывает различные аспекты проектирования и реализации алгоритмов.

Модульная архитектура программного обеспечения является важным элементом в разработке современных ГИС. Она позволяет легко обновлять и заменять отдельные компоненты без необходимости переписывать всю систему. Это не только упрощает процесс обновления, но и способствует более

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
						18
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

эффективному использованию ресурсов, так как каждый модуль может быть оптимизирован отдельно.

Современные инструменты разработки, такие как QGIS и ArcGIS SDK, предоставляют разработчикам мощные API для создания пользовательских решений. Эти инструменты позволяют интегрировать сложные алгоритмы анализа данных и визуализации в приложения, что делает их более эффективными и удобными для пользователей. Вместе с тем, использование программного обеспечения, созданного для коммерческих целей, зачастую требует финансовых вложений. Один из наиболее распространенных, «технологичных» способов приобретения программного обеспечения — это платная основа.

Оптимизация взаимодействия с базами данных играет важную роль в производительности ГИС. Например, использование PostgreSQL с расширением PostGIS позволяет значительно ускорить обработку пространственных данных. Это достигается за счет специализированных индексов и оптимизированных запросов, которые уменьшают время отклика системы.

Примером успешной оптимизации является внедрение новых алгоритмов в ArcGIS Pro компанией Esri в 2020 году, что позволило ускорить обработку данных на 25%. Такие достижения демонстрируют, как улучшение программных компонентов может существенно повысить эффективность работы геоинформационных систем.

Одним из основных вызовов является необходимость обработки больших объемов данных. Для решения этой проблемы внедряются распределенные вычисления, такие как Hadoop-GIS, которые позволяют эффективно распределять нагрузку между несколькими узлами системы. Это обеспечивает более высокую производительность и надежность при работе с большими данными.

4.3 Интеграция с другими системами и технологиями

Интеграция геоинформационных систем с другими системами и технологиями играет ключевую роль в обеспечении их функциональности и эффективности. В современном мире, где данные поступают из множества различных источников, таких как датчики Интернета вещей, системы управления базами данных (СУБД) и аналитические платформы, способность ГИС объединять и анализировать эти данные становится важным конкурентным преимуществом. Например, возможность интеграции с IoT позволяет организациям использовать данные в реальном времени для мониторинга и принятия решений, что особенно важно для таких областей, как управление транспортом и экологический контроль.

Для успешной интеграции ГИС с другими системами применяются различные технологические платформы. К ним относятся API, предоставляемые разработчиками ГИС, такие как ArcGIS API и QGIS API, а также стандарты обмена данными, например, OGC WMS и WFS. Эти инструменты обеспечивают совместимость между системами, включая аналитические платформы, системы управления данными и специализированные приложения. Многие ведущие разработчики программного обеспечения для ГИС предлагают «версии программы под разные платформы, в том числе Windows 32x и 64x (Microsoft), Linux 32x и 64x, iOS (Apple), Android (Google)». Применение этих технологий упрощает обмен данными, что в свою очередь способствует повышению эффективности работы ГИС. Мобильные версии программ позволяют пользователям взаимодействовать с ГИС, созданными на этих платформах, что дополнительно расширяет их возможности.

Интеграция ГИС с облачными технологиями предоставляет значительные преимущества, такие как снижение затрат на инфраструктуру и повышение доступности данных. Облачные платформы, такие как Amazon Web Services (AWS) или Microsoft Azure, позволяют хранить и обрабатывать большие объемы данных, обеспечивая при этом доступ к ним из любой точки

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		20

мира. Согласно отчету Esri, интеграция с облачными платформами может снизить затраты на инфраструктуру до 40%, что делает этот подход особенно привлекательным для организаций с ограниченными ресурсами.

Современные ГИС активно взаимодействуют с большими данными, что позволяет анализировать и визуализировать огромные объемы информации. Развитие технологий обработки данных, таких как Hadoop и Spark, значительно упростило работу с пространственными данными. За последние пять лет использование больших данных в ГИС увеличилось на 35%, что свидетельствует о растущей популярности этого подхода. Это особенно актуально для задач прогнозирования природных катастроф и управления городской инфраструктурой. Например, в Перми пространственные данные о городской территории постоянно накапливаются в фонде Департамента планирования и развития территории. Интеграция больших данных в ГИС открывает новые возможности для эффективного управления территориями и ресурсами, позволяя учитывать разнообразные факторы и улучшать качество принимаемых решений.

Примером успешной интеграции ГИС является использование программного обеспечения ArcGIS совместно с аналитическими инструментами Tableau для визуализации пространственных данных (рисунок 2). Такой подход позволяет сочетать аналитические возможности Tableau с пространственным анализом ArcGIS, что значительно упрощает принятие решений.



Рисунок 2 - Пример информационных панелей Tableau

Также стоит отметить интеграцию ГИС с системами управления базами данных, такими как PostgreSQL с расширением PostGIS, что позволяет обрабатывать до 10 миллионов записей в реальном времени, обеспечивая высокую производительность и надежность.

5 Современные технологии в геоинформационных системах

5.1 Облачные технологии и их влияние на ГИС

Облачные технологии представляют собой подход к обработке и хранению данных, при котором ресурсы предоставляются через интернет по запросу. В контексте геоинформационных систем это означает доступ к мощным вычислительным ресурсам и хранилищам данных без необходимости локального развертывания серверного оборудования. Такой подход особенно актуален для ГИС, поскольку обработка и анализ больших объемов геопространственных данных требуют значительных вычислительных мощностей. Кроме того, ГИС-проекты создаются с использованием разнородных программных компонентов, включающих базы данных, ГИС-оболочки, а также инструментарий обеспечения постоянного взаимодействия и защиты данных. Это подчеркивает значимость интеграции облачных технологий в процессы работы с геоинформационными системами, позволяя эффективно управлять разнообразными компонентами и обеспечивать их взаимодействие.

Использование облачных технологий в ГИС предоставляет значительные преимущества, такие как снижение затрат на инфраструктуру и повышение гибкости и масштабируемости. Компании могут экономить до 30% бюджета на ИТ благодаря отказу от локальных серверов, что позволяет перераспределить ресурсы на более приоритетные направления. Облачные платформы обеспечивают доступ к мощным инструментам анализа и обработки данных, что упрощает работу с большими объемами геопространственной информации. Геоинформационные системы позволяют использовать пространственные данные для решения различных бизнес-задач, включая маркетинг, что подчеркивает важность интеграции таких технологий в современные бизнес-процессы.

Одним из ярких примеров успешного применения облачных технологий в ГИС является использование платформы Google Earth Engine, предоставляющей доступ к массивам геопространственных данных и инструмен-

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		23

там для их анализа. С другой стороны, компании, такие как Microsoft Azure и Amazon Web Services, активно предлагают решения для поддержки ГИС, обеспечивая пользователей мощными вычислительными ресурсами и инструментами визуализации. При этом стоит отметить, что программный пакет ГИС ARC/INFO, эффективно использовавший все преимущества персональных компьютеров, работающий в различных операционных средах и технических платформах, является самым популярным в мире. Таким образом, разнообразие платформ и инструментов предоставляет пользователям возможность выбирать наиболее подходящие решения для своих задач в области геоинформационных систем.

Перспективы использования облачных технологий в ГИС зависят от развития вычислительных мощностей и инструментов анализа данных. Тем не менее, остаются вызовы, такие как обеспечение безопасности данных и конфиденциальности информации. По данным Gartner, к 2025 году 85% предприятий будут использовать облачные технологии, что подтверждает их растущую значимость для ГИС. Совместное использование автоматизированных рабочих мест (АРМ) и ГИС-технологий позволяет значительно улучшить обработку информации и представление результатов пользователю. Это делает данные о существующих или возможных утечках газа более наглядными и удобными для анализа и статистики.

5.2 Использование больших данных в ГИС

Большие данные представляют собой массивы информации, которые характеризуются значительным объемом, высокой скоростью поступления и разнообразием форматов. В контексте геоинформационных систем большие данные включают геопространственные данные, такие как спутниковые изображения, данные с датчиков и геолокационные данные. Эти данные, благодаря своей масштабности и детализации, позволяют анализировать сложные пространственные явления и принимать информированные решения.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		24

Например, объем данных, генерируемых в мире, удваивается каждые два года, что создает новые вызовы и возможности для обработки и анализа в ГИС.

Источники больших данных для ГИС разнообразны и охватывают как традиционные, так и новые технологии сбора информации. К основным источникам относятся спутниковые снимки, которые ежедневно предоставляют около одного петабайта данных, а также данные с беспилотных летательных аппаратов, мобильных устройств и сенсоров интернета вещей. Эти источники данных создали предпосылки к массовому использованию пространственных данных в географических информационных системах. Данные поступают в различных форматах и требуют специализированных методов обработки для эффективного анализа и визуализации, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к их использованию.

Обработка больших данных в ГИС требует применения современных технологий и подходов. Одним из таких решений является использование распределенных вычислительных систем, таких как Hadoop, которые позволяют эффективно обрабатывать огромные объемы данных. Эти системы обеспечивают параллельную обработку информации, что значительно ускоряет анализ больших массивов данных. Например, Google Earth Engine использует распределенные вычисления для обработки более 20 петабайт спутниковых данных (рисунок 3).

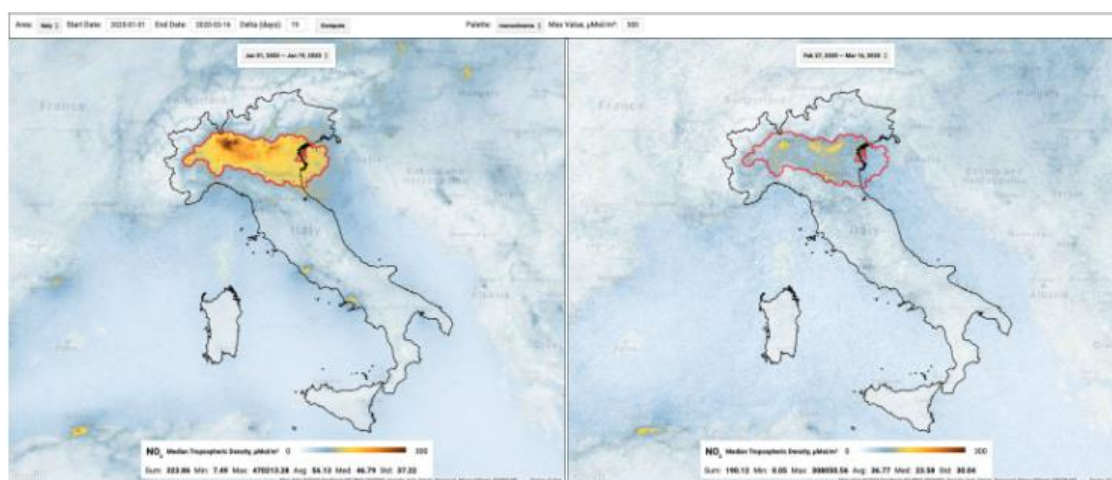


Рисунок 3 - Интерфейс веб-приложения CompareNO2, основанного на Earth Engine, разрабатываемое в Российском университете дружбы народов.

Использование больших данных в геоинформационных системах предоставляет значительные преимущества, включая возможность моделирования и прогнозирования сложных природных явлений с высокой точностью. Анализ больших данных позволяет предсказывать ураганы и наводнения с точностью до 90%, что способствует более эффективному управлению рисками и принятию решений. Геоинформационные системы, применяемые в управлении прибрежными зонами, создают высококачественные географические карты и выявляют зоны возможных конфликтов. Кроме того, использование больших данных способствует созданию более детализированных карт и углубленному анализу пространственных явлений, что расширяет возможности для комплексного понимания и управления природными ресурсами.

Успешные примеры применения больших данных в ГИС демонстрируют их потенциал в различных областях. Например, Google Earth Engine использует большие данные для анализа изменений окружающей среды, таких как вырубка лесов и изменение уровня воды. Эти данные помогают организациям и правительствам принимать обоснованные решения для защиты окружающей среды и устойчивого развития. Такие примеры подчеркивают важность больших данных для решения глобальных задач.

5.3 Инструменты для визуализации и анализа данных

Современные инструменты для визуализации данных играют ключевую роль в геоинформационных системах, так как они позволяют пользователям эффективно интерпретировать сложные геопространственные данные. Одним из лидеров в этой области является программное обеспечение ArcGIS от компании Esri, которое занимает более 40% рынка инструментов для визуализации и анализа геоданных. ArcGIS предоставляет широкий спектр возможностей для создания интерактивных карт, анализа пространственных данных и их представления в удобной форме. Кроме того, популярные платформы, такие как Google Maps, ежедневно используются миллионами поль-

зователей для планирования маршрутов и анализа данных, что подчеркивает важность доступных и функциональных инструментов в данной области.

Анализ пространственных данных является важной частью работы с геоинформационными системами. Современные методы анализа включают использование статистических моделей, геостатистики и машинного обучения для выявления закономерностей и трендов в геопространственных данных. Например, технологии машинного обучения активно применяются для автоматизации анализа изображений, таких как классификация земной поверхности. Это позволяет значительно ускорить процесс обработки данных и повысить точность результатов. Такие подходы особенно востребованы в задачах мониторинга окружающей среды и прогнозирования природных явлений.

Интерактивная визуализация данных в геоинформационных системах предоставляет пользователям возможность глубже анализировать информацию, исследуя данные в реальном времени. К числу таких технологий относятся интерактивные карты, например, Google Maps, которые позволяют оперативно находить информацию, планировать маршруты и анализировать данные. Современные геоинформационные системы обеспечивают мониторинг с возможностью внесения изменений с высокой точностью, что гарантирует актуальность информации на определенную дату. Эти подходы способствуют быстрому принятию обоснованных решений, что особенно актуально в условиях динамично меняющейся информации.

Технологии автоматизации анализа данных играют ключевую роль в современных геоинформационных системах. Применение машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет значительно сократить время, необходимое для выполнения задач, таких как автоматическая классификация спутниковых изображений или прогнозирование изменений ландшафта с использованием алгоритмов глубокого обучения. Это не только повышает эффективность работы аналитиков, но и снижает вероятность ошибок, свя-

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		27

занных с человеческим фактором. Кроме того, компьютерные технологии способствуют оптимизации процессов, что позволяет разрабатывать более эффективные и интерактивные методы работы.

Будущее инструментов визуализации и анализа данных в геоинформационных системах напрямую связано с развитием технологий виртуальной и дополненной реальности, а также 3D-визуализации. Прогнозируется, что к 2030 году использование таких технологий увеличится на 25%, что создаст более реалистичные и информативные представления данных. Это, в свою очередь, расширит возможности анализа сложных геопространственных данных и их применения в различных отраслях, таких как урбанистика, экология и управление ресурсами. Самойлов отмечает, что моделирование используется в различных областях жизнедеятельности. В настоящее время моделирование находит новые применения, особенно благодаря компьютерным технологиям, так как они расширяют возможности по исследованию моделей. Интеграция новых технологий в геоинформационные системы будет способствовать более глубокому пониманию и эффективному использованию геопространственной информации.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		28

6 Анализ успешных реализаций и рекомендации

6.1 Примеры успешных проектов ГИС

Одним из ярких примеров применения геоинформационных систем в сфере городского планирования является использование 3D-ГИС в Сингапуре (рисунок 4). Эта система, разработанная с учетом передовых технологий, позволяет моделировать здания и инфраструктуру города в трехмерном пространстве, что значительно упрощает процесс проектирования и анализа. Autodesk, Inc. — мировой лидер в области решений для 3D-дизайна, проектирования и создания виртуальной реальности. Использование этого инструмента позволяет городским планировщикам учитывать множество факторов, таких как плотность застройки, трафик и экологическое воздействие, что в свою очередь способствует созданию более устойчивой и комфортной городской среды.



Рисунок 4 – ГИС в градостроительном планировании Сингапура

В области экологического мониторинга геоинформационные системы находят широкое применение. Проект по контролю за состоянием лесов в Амазонии с использованием спутниковых данных и ГИС стал успешным примером их применения (рисунок 5). Он не только позволяет отслеживать изменения в лесных массивах, но и существенно сокращает случаи незакон-

ной вырубки, что является важным шагом в сохранении уникальных экосистем региона. В то же время разработка единой геоинформационной системы геологической среды города Перми акцентирует внимание на необходимости сбора, документирования и актуализации сведений для обеспечения геологической безопасности. Это подчеркивает значимость комплексного подхода к использованию ГИС в различных сферах, включая как экологический мониторинг, так и геологическую безопасность.

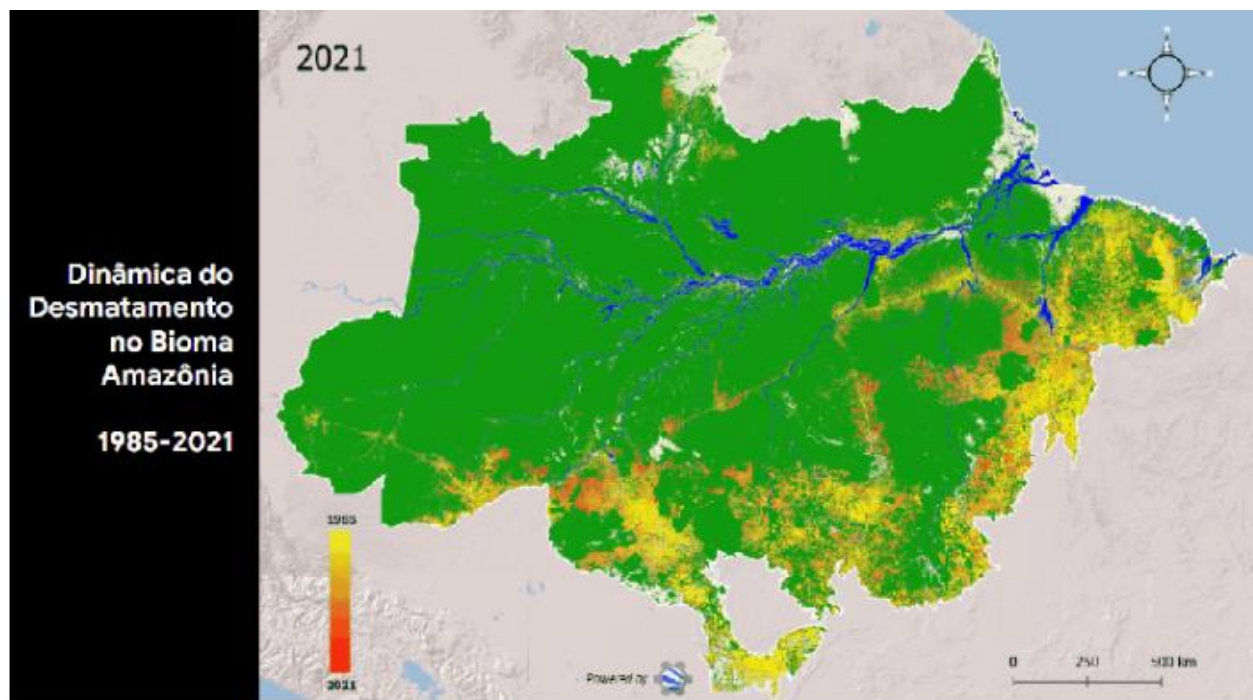


Рисунок 5 - Карта Imazon, созданная с помощью Earth Engine, показывает, как растёт вырубка лесов в бразильской Амазонии

Геоинформационные системы также активно используются в транспортной логистике. Например, в Нидерландах внедрение ГИС для управления общественным транспортом позволило оптимизировать маршруты движения и сократить время ожидания автобусов на остановках на 15%. Это стало возможным благодаря анализу данных о пассажиропотоке и трафике в реальном времени, что улучшило качество обслуживания пассажиров и повысило эффективность транспортной системы.

6.2 Рекомендации по оптимизации существующих систем

Современные геоинформационные системы сталкиваются с рядом вызовов, связанных с обработкой больших объемов данных, обеспечением их доступности и точности анализа. Одной из ключевых проблем является недостаточная производительность аппаратно-программных комплексов, что особенно актуально при работе с данными в реальном времени. Кроме того, интеграция разнородных источников данных часто вызывает сложности, связанные с несовместимостью форматов и стандартов. Устранение этих проблем требует внедрения современных технологий и подходов, которые позволят повысить эффективность работы ГИС.

Применение облачных технологий в геоинформационных системах позволяет значительно повысить их производительность и масштабируемость. По данным исследования ESRI, использование облачных решений может увеличить производительность обработки данных на 30%, что делает их незаменимым инструментом в современных ГИС. Облачные технологии обеспечивают гибкость и доступность систем, что особенно важно в условиях растущих объемов данных и необходимости оперативной обработки информации.

Для оптимизации существующих геоинформационных систем необходимо разрабатывать и внедрять новые подходы, включая интеграцию искусственного интеллекта и машинного обучения. Использование ИИ в ГИС, согласно отчёту Gartner, позволяет сократить время анализа данных на 50%, что значительно повышает их эффективность. Эти технологии не только автоматизируют процессы обработки данных, но и повышают точность прогнозов, а также улучшают качество принимаемых решений. Вместе с тем, использование ГИС технологий в сочетании с индикаторными методами способствует интеграции науки и управления, выработке и принятию научно-обоснованных решений.

Эффективность предложенных решений можно оценить на основе их влияния на производительность и точность работы геоинформационных си-

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		31

стем. Например, использование распределённых вычислений позволяет обрабатывать до 1 ТБ данных в реальном времени, что значительно расширяет возможности анализа. Кроме того, доля ГИС, использующих облачные решения, составляет 65% от общего рынка, что подтверждает их востребованность и эффективность. Оценка этих параметров позволит определить, насколько предложенные подходы соответствуют современным требованиям и задачам.

6.3 Перспективы развития ГИС в условиях современных вызовов

Современные вызовы, такие как увеличение объема данных, необходимость оперативной обработки информации и интеграция с другими системами, оказывают значительное влияние на развитие геоинформационных систем. В условиях стремительного роста объемов пространственных данных, вызванного развитием технологий дистанционного зондирования и увеличением числа сенсоров, ГИС должны обеспечивать эффективную обработку и хранение информации. Кроме того, глобализация и урбанизация требуют от ГИС способности интегрироваться с другими информационными системами, такими как системы управления транспортом или мониторинга окружающей среды, что в свою очередь требует совершенствования их архитектуры.

Одним из ключевых направлений технологических инноваций в ГИС является внедрение облачных технологий, позволяющих обрабатывать большие объемы данных в реальном времени. Это особенно важно для приложений с высокой производительностью, таких как мониторинг природных катастроф и управление транспортными потоками. Вместе с тем активно развиваются технологии искусственного интеллекта, которые применяются в анализе пространственных данных, автоматизации обработки изображений и прогнозировании. Современные геоинформационные системы активно используют методы искусственного интеллекта, что предсказывает их дальнейшее развитие в этом направлении. Эти инновации способствуют повыше-

нию точности и оперативности анализа, что делает ГИС незаменимыми инструментами в различных сферах.

Геоинформационные системы сегодня являются ключевыми технологиями, применяемыми в различных областях, таких как экология, экономика и градостроительство. В сельском хозяйстве ГИС оптимизируют процессы посева и сбора урожая, что способствует значительному увеличению урожайности. В энергетике эти системы играют важную роль в управлении инфраструктурой и планировании новых объектов. В экологии ГИС используются для мониторинга состояния окружающей среды и прогнозирования климатических изменений. Перспективы их применения в будущем связаны с дальнейшей интеграцией в ключевые отрасли экономики, что позволит существенно повысить эффективность управления ресурсами и принятия решений.

					СКПБ «ОЭМвЗК».1.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		33

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

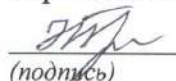
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

 Е.М. Димитриади
(подпись)

« 23 » 05 2025 г.

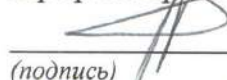
Декан факультета кадастра и
строительства

 Н.В. Гринкруг
(подпись)

« 23 » 05 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 А.В. Космынин
(подпись)

« 23 » 05 2025 г.

АКТ

О приемке в эксплуатацию проекта

«Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных гео-
информационных систем»

г. Комсомольск-на-Амуре « »мая 2025 г.

Комиссия в составе преподавателей:

со стороны заказчика

- В.И. Зайков – руководитель СКПБ,

- Н.В. Гринкруг – декан ФКС

со стороны исполнителя

- В.И. Зайков – руководитель проекта,

- Полтавцева Арина Олеговна

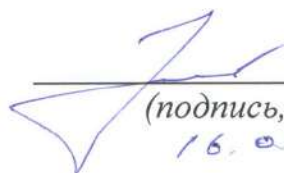
гр. 3КЗм-1- ответственный исполнитель проекта

Составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Структура и оптимизация аппаратно-программного комплекса современных геоинформационных систем» в составе:

- ПАСПОРТ (техническое описание) проекта

Руководитель проекта


(подпись, дата)
16.05.25

В.И. Зайков

Исполнитель проекта


16.05.25
(подпись, дата)

А.О. Полтавцева