

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.01

Повестка дня:

Защита диссертации **Булаевым Алексеем Александровичем**
на соискание ученой степени кандидата технических наук:
**"Разработка систем проектирования 3D ГИС и компьютерного
моделирования трёхмерной ситуационной обстановки"**

Специальность:

**05.13.12 «Системы автоматизации проектирования
(промышленность)».**

Официальные оппоненты:

**Марков Николай Григорьевич, доктор технических наук, профес-
сор,**

**профессор Отделения информационных
технологий Инженерной школы информа-
ционных технологий и робототехники
ФГАОУ ВО «Национальный исследователь-
ский Томский политехнический универ-
ситет»**

**Похилько Александр Фёдорович, кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры «Прикладная
математика и информатика» ФГБОУ ВО
«Ульяновский государственный техниче-
ский университет»**

**Ведущая организация - АО «Ульяновское конструкторское
бюро приборостроения» (АО «УКБП»)**

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.01

от 16 мая 2018 года

на заседании присутствовали члены Совета:

1.	Ярушкина Н.Г., председатель Совета	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
2.	Киселев С.К. зам. председателя Совета	д.т.н., доцент	05.11.01	- технические науки
3.	Смирнов В.И., уче- ный секретарь Со- вета	д.т.н., профессор	05.11.01	- технические науки
4.	Афанасьев А.Н.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
5.	Васильев К.К.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
6.	Дьяков И.Ф.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
7.	Епифанов В.В.	д.т.н., доцент	05.13.12	- технические науки
8.	Иванов О.В.	д.ф-м.н.	05.11.01	- технические науки
9.	Крашенинников В.Р.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
10.	Клячкин В.Н.	д.т.н., профессор	05.11.01	- технические науки
11.	Негода В.Н.	д.т.н., доцент	05.13.05	- технические науки
12.	Самохвалов М.К.	д.ф-м.н., профессор	05.11.01	- технические науки
13.	Сергеев В.А.	д.т.н., доцент	05.11.01	- технические науки
14.	Соснин П.И.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
15.	Стучебников В.М.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
16.	Ташлинский А.Г.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки

Председатель Совета
д.т.н., профес

Ученый секретарь
д.т.н., проф



Н.Г. Ярушкина

В.И. Смирнов

Председатель

Уважаемые коллеги!

На заседании диссертационного Совета Д212.277.01 из 21 члена Совета присутствуют 16 человек. Необходимый кворум имеем.

По специальности защищаемой диссертации **05.13.12 Системы автоматизации проектирования (промышленность)** (технические науки) на заседании присутствуют 5 докторов наук.

Членам Совета повестка дня известна. Какие будут суждения по повестке дня? Утвердить? (принято единогласно).

Наше заседание правомочно.

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Булаевым Алексеем Александровичем** по теме: "Разработка систем проектирования 3D ГИС и компьютерного моделирования трёхмерной ситуационной обстановки".

Работа выполнена в Ульяновском государственном университете.

Научный руководитель – **д.т.н., профессор Смагин А.А.**

Официальные оппоненты:

Марков Николай Григорьевич, доктор технических наук, профессор,

профессор Отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Похилько Александр Фёдорович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»

На заседании присутствует 1 оппонент.

Письменные согласия на оппонирование данной работы от оппонен-

тов были своевременно получены.

Ведущая организация - **АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» (АО «УКБП»)**

Слово предоставляется **Ученому секретарю** диссертационного Совета д.т.н. **В.И. Смирнову Д212.277.01** для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь

Соискателем Булаевым Алексеем Александровичем представлены в Совет все необходимые документы для защиты кандидатской диссертации (зачитывает):

- заявление соискателя;
- копия диплома о высшем образовании (заверенная);
- справка об обучении в аспирантуре;
- заключение по диссертации от организации, где выполнялась работа (Ульяновский государственный университет);
- диссертация и автореферат в требуемом количестве экземпляров.

Все документы личного дела оформлены в соответствии с требованиями Положений ВАК.

Основные положения диссертации отражены Булаевым А.А. в 10 научных работах, в т.ч. в четырёх статьях в изданиях из перечня ВАК. Диссертация принята к рассмотрению 26 января 2018 года, протокол №1, диссертация представлена к защите 28 февраля 2018 года, протокол №2. Объявление о защите размещено на сайте ВАК 14 марта 2018 года. Вся необходимая информация о соискателе введена в систему ЕГИСМ. Оригинальность диссертации 85%.

Председатель

Есть ли вопросы по личному делу соискателя к ученому секретарю Совета? (Нет).

Есть ли вопросы к Булаеву А.А. по личному делу? (Нет).

Алексей Александрович, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

Добрый день, уважаемые члены диссертационного совета!

Тема моей диссертационной работы "Разработка систем проектирования 3D ГИС и компьютерного моделирования трёхмерной ситуационной обстановки".

Современные технологии обработки информации активно используют возможности двумерных геоинформационных систем при решении научных и производственных задач.

В системах принятия решений необходимо учитывать всю информацию об обстановке, в том числе: рельеф местности, трёхмерные модели объектов, морские, наземные и воздушные объекты, производственные сооружения и т.п.

Развитию трёхмерных геоинформационных систем препятствуют их информационная и технологическая сложность, необходимость обработки большого количества пространственных данных, а также недостаточная развитость методов и систем автоматизации проектирования 3D ГИС.

Целью диссертационной работы являются снижение временных и финансовых затрат, уменьшение сложности проектирования и уровня требований к знаниям проектировщика за счёт анализа возможностей и разработки систем и средств автоматизации проектирования и моделирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- исследование методов создания и функционирования 3D ГИС отображения морской, наземной и воздушной обстановок;
- разработка общей структурной схемы системы автоматизации проектирования 3D ГИС;
- разработка функционально-ресурсной двухкомпонентной модели проектирования 3D ГИС;
- разработка алгоритмов проектирования 3D ГИС, моделей и диаграмм проектных решений;
- разработка специализированного CASE-средства проектирования 3D ГИС;
- разработка алгоритмов функционирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки;
- разработка системы 3D-моделирования и оценки проектных решений.

Для каждой задачи указаны методы решения, критерии и полученные результаты.

Научная новизна диссертационной работы заключается в:

- разработанной двухкомпонентной модели для проектирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки с использованием свободно распространяемых ресурсов (библиотек), включающей функциональную модель формирования покрытий заданной функциональности 3D ГИС и геометрическую модель для оценки затрат на их разработку;
- разработанном комплексе моделей, диаграмм, которые формируют базу для создания средства проектирования 3D ГИС отображения ситуационных обстановок, который в отличие от известных позволяет снизить требования к уровню подготовки проектировщика и получать достаточно эффективные проектные решения;
- разработанном алгоритме проектирования 3D ГИС на базе свободно-распространяемых ресурсов и собственных разработок с использованием функциональной и геометрической моделей, обеспечивающих формирование и оценку функциональных покрытий;
- разработанной модели и программной реализации специализиро-

ванного средства проектирования 3D ГИС, позволяющего использовать современные информационные технологии и формировать готовые проектные решения с возможностью их последующей программной реализации;

- созданной методике и системе 3D-моделирования проектных решений, которая позволяет оценивать адекватность полученных проектных решений.

В ходе анализа современных геоинформационных систем проведена классификация геоинформационных систем по различным признакам, в том числе выделены 2D ГИС и 3D ГИС.

В современных геоинформационных системах используются пространственные данные, которые можно разделить на локальные и интернет-источники. Локальные источники, в свою очередь, делятся на векторные и растровые. А в интернет-источниках выделяются карты местности и данные о рельефе.

На основе анализа геоинформационных систем построены общие модели 3D ГИС, где в первой и второй моделях ГИС представлена в виде чёрного ящика с последующим уточнением входных и выходных параметров, а третья модель представляет собой систему с выделенными основными элементами.

Местность, отображаемая в 3D ГИС, формируется на основе матрицы высот, карты местности, триангуляционной модели рельефа, изображений поверхности, классификатора карт.

В настоящее время существует несколько методов построения геоинформационных систем, такие как:

1. разработка дополнительных функционально-программных модулей, работающих совместно с существующим ядром ГИС;
2. разработка ГИС без использования систем автоматизации проектирования и готовых решений;
3. разработка WEB-ГИС на основе клиент-серверной архитектуры;
4. разработка ГИС на основе готовых решений с использованием ресурсов из открытых источников.

Анализ показал, что характерными особенностями первых трёх методов являются сложность проектирования, высокие финансовые и временные затраты и сложность расширения функциональности.

Основными особенностями проектирования 3D ГИС являются:

- Взаимодействие с уникальной для 3D ГИС базой данных описания обстановки;
- Чтение и запись пространственных данных;
- Построение 3D-моделей объектов местности;
- Получение информации о текущей ситуационной обстановке;
- И др.

Для реализации перечисленных особенностей и уменьшения сложности, временных и финансовых затрат создана система автоматизации проектирования 3D ГИС на основе CASE-средства, которое по введенным проектировщиком требованиям выполняет генерацию проектных решений, и системы 3D-моделирования для их визуальной оценки. Система автоматизации проектирования является интерактивной, то есть обладает возможностью двухстороннего взаимодействия между

CASE-средством и системой 3D-моделирования проектных решений. В случае, если проектное решение не является адекватным, то имеется возможность его дальнейшей доработки с помощью CASE-средства и повторного моделирования. Внешними ресурсами для функционирования системы автоматизации проектирования являются базы функций и библиотек, а также алгоритмы проектирования и алгоритмы функционирования 3D ГИС.

Система автоматизации проектирования 3D ГИС состоит из 5 этапов проектирования:

- Предварительный этап - формирование заданий на создаваемую 3D ГИС
- Этап проектирования 3D ГИС - формирование и оценка функциональных покрытий
- Этап моделирования и оценки проектных решений
- Этап программной реализации 3D ГИС на основе выбранного проектного решения
- Этап проведения моделирования и оценки качества созданной 3D ГИС

CASE-средство имеет трёхуровневую структуру.

- Первый уровень - уровень хранения данных - содержит базу данных описания обстановки и базу данных инструментов реализации.
- На втором уровне - уровне бизнес-логики - находятся функциональные модули, позволяющие на основе пересечения множеств функций обобщенной функциональной модели 3D ГИС и функций, описанных проектировщиком, определять доступные для данного проекта библиотеки и формировать функциональные покрытия.
- На третьем уровне - уровне представления - находятся интерфейс разработчика, модуль визуализации проектных решений и модуль генерации исходных кодов файлов заголовков на заданном языке программирования.

В основе функционирования CASE-средства проектирования 3D ГИС находится разработанная двухкомпонентная функционально-ресурсная модель покрытия функциональности 3D ГИС, включающая функциональную и геометрическую модели.

Между функциональной и геометрической моделями установлено двустороннее взаимодействие, в котором из функциональной модели в геометрическую передаётся информация о функциональных покрытиях, а в обратную сторону - вычисленные коэффициенты затрат на разработку средств по подключению и взаимодействию библиотек с 3D ГИС. С использованием функциональной и геометрической моделей имеется возможность построения дерева библиотек двух вариантов: по минимуму библиотек в покрытии и по минимуму коэффициентов затрат на подключение библиотек.

Функциональная модель покрытия функциональности 3D ГИС представляет собой множество функций, доступных для реализации (F), множество библиотек (L), которые частично покрывают эти функции, и матрицу их соответствия (C):

Для построения функционального покрытия предлагается следующий

алгоритм.

1. Строится исходная бинарная матрица (C) размером $n*m$, где столбцами являются функции доступные для реализации, а строками – библиотеки, частично их покрывающие.
2. Формируется бинарный вектор \bar{f} , элементами которого являются функции, необходимые при реализации конкретной 3D ГИС.
3. На 3 шаге вычисляется бинарная матрица D , где строки, в ячейках которых имеются единицы, указывают на имена библиотек, которые необходимы при разработке 3D ГИС.
4. На 4 шаге осуществляется поиск кратчайшего покрытия бинарной матрицы D с использованием функции Патрика.

Геометрическая модель покрытия функциональности 3D ГИС представляет собой круговую диаграмму с дискретизацией n единичными секторами, где единичный сектор представляет собой функцию из заданной функциональности 3D ГИС. Объединением единичных секторов является библиотека или собственная разработка, треугольником соответствующего библиотеке сектора – затраты на собственные разработки средств подключения и взаимодействия библиотек с 3D ГИС, а сегментом круга меньшего радиуса – экономия финансовых и временных затрат на подключение библиотеки.

Сложность создания «3D ГИС отображения ситуационной обстановки» на основе предложенной двухкомпонентной модели вычисляется как сумма затрат на разработку средств подключения и взаимодействия библиотек, выражаемых площадями треугольников соответствующих им секторов, и затрат на собственные разработки непокрытых функций, которые должны стремиться к минимуму.

На практике встречаются случаи, когда в разных функциональных покрытиях одни и те же функции покрываются различными библиотеками. Для выбора наилучшего функционального покрытия среди них необходим критерий. Таким критерием является коэффициент затрат на разработку средств подключения и взаимодействия библиотеки с 3D ГИС, который вычисляется как отношение площади треугольника затрат библиотеки (S_2), покрывающей n -функций, к сумме площадей треугольников (S_1) затрат на подключение каждой из этих функций отдельно.

Экономия финансовых и временных ресурсов вычисляется как отношение площади сегмента библиотеки, покрывающей n -функций, к сумме площадей сегментов единичных секторов.

Далее представлено сравнение коэффициентов затрат на подключение библиотек двух функциональных покрытий. В первом случае 9 функций покрываются 3-мя библиотеками, во втором – 2, причём библиотека №4, покрывает те же функции, что и библиотеки №1 и №2. Следовательно, затраты второго покрытия на разработку средств по подключению библиотек к 3D ГИС меньше, чем затраты первого покрытия.

Дополнительно имеется возможность построения дерева библиотек выбора функциональных покрытий по двум критериям. Первое дерево предлагается использовать при минимизации количества используемых сторонних библиотек в создаваемой 3D ГИС, а второе дерево используется при ограниченных финансовых и временных затратах на разработку.

Предложен процесс функционирования CASE-средства, который включает в себя поэтапное выполнение следующих шагов: выбор типа 3D ГИС, ее функций, отображаемых объектов и требований к реализации. После ввода всех данных в CASE-средстве производится построение и оценка проектных решений.

Разработан общий алгоритм проектирования 3D ГИС на базе CASE-средства, который использует представленную базу алгоритмов, разработанных дополнительно.

Разработан интерфейс управления CASE-средством проектирования 3D ГИС, которое функционирует в двух режимах:

- ручное управление;
- автоматизированное управление.

Автоматизированное управление осуществляется с помощью мастера генерации проектных решений 3D ГИС, дерево шагов которого представлено на данном слайде. Мастер генерации проектных решений обеспечивает простое и быстрое заполнение всех необходимых требований 3D ГИС и отображается на экране как последовательно сменяющиеся друг друга диалоговые окна.

Проектное решение включает в себя модели и диаграммы, исходные коды файлов заголовков на заданном языке программирования и базы библиотек, текстур, высот и глубин, 3D-моделей объектов.

Примерами реализации моделей для конкретного проектного решения служат:

- Модель проекций свободно распространяемых библиотек на компоненты ядра 3D ГИС;
- ERD-диаграмма библиотек;
- ERD-диаграмма описания обстановки 3D ГИС;
- Функциональная модель проектного решения 3D ГИС;
- Композиционная модель проектного решения 3D ГИС, описывающая структуру разрабатываемой системы.

Выполнена программная реализация CASE-средства проектирования 3D ГИС на языке программирования Python. На данном слайде представлен интерфейс управления данным CASE-средством.

Для оценки корректности проектных решений, разработана система 3D-моделирования проектных решений, общий алгоритм функционирования которой представлен на слайде и включает 13 алгоритмов, разработанных дополнительно.

Система 3D-моделирования проектных решений имеет в своём составе 4 компонента:

- компонент 3D-визуализации;
- компонент поддержки интерфейсов взаимодействия с внешними системами;
- компонент работы с источниками обстановки;
- компонент имитации движения объектов.

Внешними ресурсами системы 3D-моделирования являются базы 3D-моделей объектов, текстур, высот и глубин.

Система 3D-моделирования проектных решений функционирует в

наземном, воздушном, морском и смешанном режимах, каждый из которых задаёт текстуры и рельеф местности, объекты обстановки, которые необходимы для дальнейшей визуализации в 3D ГИС.

На основе анализа существующих 3D ГИС, таких как КБ Панорама, ArcGIS, MapInfo, Quantum GIS и др. предложены критерии оценки адекватности проектного решения, а также их минимальные и максимальные значения.

На основе предложенных критериев адекватности разработан алгоритм оценки адекватности проектных решений, результатом которой является определение возможности программной реализации проектного решения или необходимости его доработки с помощью CASE-средства.

Разработана лепестковая диаграмма критериев оценки адекватности проектного решения. Если при построении значений критериев проектного решения его пространство не выходит за границы пространства критериев данной диаграммы, то проектное решение будет считаться адекватным. В противном случае необходима его дальнейшая доработка.

Предложена методика моделирования проектных решений в системе 3D-моделирования, которая заключается в:

1. выборе режима отображения обстановки;
2. задании координат местности, на которой моделируется ситуация;
3. заполнении местности текстурами, данными о рельефе, 3D-моделями объектов, принимающих участие в ситуации;
4. визуальной оценке проектного решения в перечисленных режимах визуализации;
5. расчёте производительности 3D ГИС при визуализации и оценке адекватности моделируемого проектного решения.

Проведена оценка эффективности проектирования 3D ГИС с использованием предложенного CASE-средства, которая составила 34% от сложности разработки 3D ГИС без использования систем автоматизации и готовых решений.

Основными научными результатами диссертационной работы являются:

- проведённый анализ технологий для создания современных трёхмерных геоинформационных систем и используемых в них форматов карт;
- разработанная двухкомпонентная модель проектирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки с использованием свободно распространяемых ресурсов и собственных разработок;
- предложенная система автоматизации проектирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки на основе специализированного CASE-средства проектирования 3D ГИС и системы 3D-моделирования проектных решений;
- разработанная модель и программная реализация специализированного CASE-средства проектирования 3D ГИС, позволяющего использовать современные информационные технологии в виде свободно распространяемых ресурсов;
- разработанные базы моделей, диаграмм, алгоритмов проектирова-

- ния 3D ГИС, которые позволяют генерировать проектные решения;
- разработанный комплекс алгоритмов функционирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки, включающий 13 алгоритмов;
- созданная система 3D-моделирования и оценки проектных решений, которая позволяет проводить их визуальную оценку в большинстве режимов обстановки, встречаемых в реальном мире.

Предлагается вашему вниманию демонстрационная версия разработанной системы 3D-моделирования, которая представляет собой 3D глобус с наложенными на него матрицами высот и глубин и текстурами местности. Дополнительно по координатам задаются 3D-модели объектов, участвующих в ситуации с возможностью просмотра метрической и семантической информации по ним. В системе 3D-моделирования имеется классификатор моделей по используемым режимам с возможностью расположения этих моделей на местности. Еще одной функцией является отображение траектории перемещения камеры с учётом рельефа местности или по заданной высоте. Для этого из файла загружается маршрут и запускается облёт. Следующей возможностью является фильтрация слоёв отображения обстановки. В качестве примера выступает возможность отключения слоя рельефа. Имеется возможность рисования векторных основ на местности при помощи мыши (полигонов, линий, точек) и поддержка карт формата S57. Дополнительно разработано средство удалённого взаимодействия с системой 3D-моделирования, которое позволяет добавлять и удалять объекты и слои обстановки, а также менять координаты отображаемой местности. В данном примере представлено добавление и отображение модели танка по заданным координатам.

Спасибо за внимание.

Председатель

У кого есть вопросы к соискателю?

д.т.н., профессор Васильев К.К.

У Вас в цели исследования сказано, что Вы собираетесь снизить временные и финансовые затраты, уменьшить сложность проектирования и уровень требований за счёт анализа и т.д. На сколько? Вы достигли этой цели, если достигли, то приведите цифры, которые подтверждают, что затраты снижены, сложность уменьшена. У вас в результатах нет этих цифр.

Соискатель

На данном слайде представлена оценка эффективности разработки 3D ГИС с использованием предложенного CASE-средства. За счёт того, что CASE-средство позволяет использовать готовые библиотеки и с помощью их реализовывать 3D ГИС, то сложность разработки такой системы с помощью предложенного средства уменьшена на 34 процента.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

34 процента в чём?

Соискатель

В функциональных операторах.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

А по времени?

Соискатель

По времени также проведен расчёт в ходе экспериментов и время разработки 3D ГИС снижено с 59 дней до 36 дней.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

По сравнению с чем?

Соискатель

По сравнению с разработкой такой же 3D ГИС «с нуля», т.е. без использования систем автоматизации.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Вы в конце показали пример применения, в чём практическая ценность?

Соискатель

Практическая ценность исследования заключается в том, что любой пользователь, который хочет разработать для себя 3D ГИС, может воспользоваться CASE-средством и с использованием минимальных знаний в данной области сгенерировать проектные решения и в дальнейшем их реализовать, передать в разработку. Он может указать функции, которые ему требуются, получить перечень библиотек, моделей, которые будут использованы при реализации 3D ГИС и за счёт этого разработать под свои задачи конкретную систему.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Результаты внедрения в чём заключаются?

Соискатель

Результатом внедрения является разработанная 3D ГИС, которая позволяет отображать ситуационную обстановку в морском, наземном и воздушном режимах.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Где внедрено?

Соискатель

Разработанная с помощью системы автоматизации проектирования 3D ГИС была использована на предприятии ФНПЦ АО «НПО «Марс» для отображения ситуационной обстановки, поступающей с разных источников.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Акт о внедрении есть?

Соискатель

Акт об использовании есть.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

Скажите, пожалуйста, кто-нибудь до Вас разрабатывал подобные системы проектирования 3D ГИС? Проводилось ли сравнение с известными системами проектирования предложенных Вами решений?

Соискатель

Разработка трехмерных геоинформационных систем началась довольно недавно. Существуют методы разработки двумерных геоинформационных систем. Для разработки трёхмерных геоинформационных систем методы недостаточно развиты. На данном слайде предложены методы, которые можно использовать для разработки 3D ГИС, но в данном случае все эти методы имеют свои ограничения, которые не позволяют создать 3D ГИС с широкими функциональными возможностями.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Вот здесь критериальные параметры. Давайте снизу начнём. Потому что немножко странно, что Π в радианах, а $\Pi/2$ – это градусы. В одной формуле это как-то странно выглядит. Я правильно понимаю,

что 180 градусов назвал $\pi/2$ или неправильно?

Соискатель

180 градусов – это значение, которое необходимо при расчёте площади сегмента.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Откуда оно берется?

Соискатель

Оно берется из формулы площади сегмента круга.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Это в градусах, правильно?

Соискатель

В градусах, да.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

А слева – π , т.е. это откуда берется. Радианы. Как обосновывается факт в линейной композиции и радианы, и градусы. Я бы понимал, если бы это было две дроби, одна в радианах, другая в градусах. Но когда они в линейной композиции, то возникают проблемы.

Соискатель

При расчёте площади сегмента круга используется и π , и 180 градусов.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Главный вопрос к средней формуле. Во-первых, что такое n – это количество функций. Вы говорите, судя по этой формуле, функции все равнозначные, но реальная практика показывает иное. Обычно, когда мы берем библиотечную функцию, у нас есть сигнатура и всегда приходится строить интерфейс между теми данными, которые у нас в коде есть и той сигнатурой, которая имеется в функции, которую мы используем из библиотеки. Этот переход – от наших данных к сигнатуре – это всегда несколько операторов, т.е. присваивание, деление, умножение, какие-то операторы, чтобы построить

данные параметры, которые мы передаём нашей библиотеке. И для разных функций это разные вещи. Как Вам удалось построить формулу, где это различие нивелируется. Вы говорите, нет они одинаковые. Действительно ли это так? И существует ли какая-то эмпирика? Потому что ясно, что те названия, которые перед формулой фигурируют, и перед средней, и перед нижней, говорят, что на самом деле есть эмпирика, и эта эмпирика должна подтверждать. Т.е., скажем, геометрический вывод очень странный, когда мы говорим затраты на разработку – это эмпирический процесс, там, где есть люди, труд и т.д. В этой связи эмпирика подтвердила? Какой был объём этой эмпирики, вот этих соотношений?

Соискатель

В данном случае в моей системе автоматизации проектирования 3D ГИС использовались усредненные функции, т.е. функции, в которых схожее количество операторов, т.е. порядка 100 функциональных операторов у функции. Получается, что представленные на геометрической модели единичные сектора, которые заняты функциями, эти функции имеют приблизительно одинаковую сложность, вычисляемую в функциональных операторах. В связи с этим коэффициент затрат предполагает, что функции тоже имеют одинаковую сложность.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Вы нивелировали разницу в сложности?

Соискатель

Да.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Скажите пожалуйста, Вы говорите о функциях ГИС, что это за функции? Можно привести примеры?

Соискатель

Примерами функций ГИС могут быть: визуализация трёхмерной модели Земли, размещение трёхмерных моделей объектов по координатам, загрузка текстур местности, имитация перемещения объектов на местности, т.е. изменение их координат, получение информации о моделях объектов метрической или семантической, генерализация отображаемой обстановки и др.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Понятно. А вот всё-таки в чём состоит идея автоматизации созда-

ния таких программных продуктов. Что мы увидели на ролике. Мы увидели карту местности и 3D-объекты, которые внедрены в эту карту. Насколько я понимаю, адаптация спутниковых карт каким-то программным продуктам, каким-то библиотекам обычно или выполняется автоматически или вручную. Т.е. здесь вроде бы никаких проблем нет. 3D-объекты создаются в широко известных пакетах типа 3D Max. Встаёт задача согласования масштабов, т.е. где здесь автоматизация?

Соискатель

Автоматизация заключается именно в разработке подобных 3D ГИС, т.е. в моей работе не стояла задача генерации или получения космических снимков, у меня стояла задача отображения данных снимков.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

В чём автоматизация?

Соискатель

Автоматизация заключается в разработанном CASE-средстве.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Я и хочу понять суть работы этого CASE-средства. Задачи автоматизации как таковой вроде бы и нет.

Соискатель

Проектировщик задаёт необходимые функции, которые должны быть реализованы в 3D ГИС.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Функции вы назвали: отображение, внедрение, согласование масштабов.

Соискатель

Данные функции проектировщик задаёт на вход CASE-средства, а оно обеспечивает формирование перечня библиотек, которые необходимы для реализации данных функций. Эти библиотеки в дальнейшем используются при разработке 3D ГИС.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Хорошо. У Вас всё-таки какого типа спутниковые карты используются и где Вы их берете?

Соискатель

В моём случае использовались спутниковые карты форматов WMS, OpenStreetMap, Google карты. В первую очередь, OpenStreetMap. Космические снимки – это WMS, TMS, т.е. Интернет-источники, которые представлены на данном слайде.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Можно брать любой из этих форматов?

Соискатель

Да, можно любой из этих форматов брать, подключать в систему и отображать.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Хорошо. Откройте, пожалуйста, слайд №18. Вы пишете умножение бинарной матрицы C на бинарный вектор f даёт в результате бинарную матрицу D . Что за хитрое умножение, когда Вы матрицу на вектор умножаете и получаете снова матрицу. Как это так?

Соискатель

Это операция умножения матрицы на вектор.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

В результате вектор получается. Т.е. вы берете матрицу, умножаете на вектор-столбец.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Первую строчку умножили на вектор, получили один элемент, вторую строчку на вектор – второй элемент. Получили вектор. Вектор-столбец.

д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

Если это ни какая-то специальная операция. Другое умножение, тогда Вы поясните.

Соискатель

Да, в данном случае действительно выполняется специальная операция, которая заключается в умножении элемента вектора f_1 на элемент матрицы $C_{1,1}$ и результат записывается в новую матрицу в ячейку в $D_{1,1}$. Далее элемент вектора f_2 умножается на элемент матрицы $C_{1,2}$ и результат записывается в ячейку $D_{1,2}$. И так далее.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Полупрямое произведение столбцов на столбцы.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Последний вопрос. Вы назвали интересные цифры: 59 дней для разработки ГИС. Откуда эти 59 дней взялось, сколько человек ГИС разрабатывают, что это за ГИС? Моя научная группа немного этими проблемами занимается. 2 года, вернее 2 человека, высокие профессионалы разрабатывают подобную систему для виртуального полигона по оценке средств воздушной обороны и воздушного нападения. Откуда 59 дней?

Соискатель

Группа состояла из 5 человек. До разработки 3D ГИС с использованием моего CASE-средства была разработана другая система, которая создавалась без использования этого средства. Разработка такой системы составила 59 дней. Далее я разработал аналогичную систему с использованием CASE-средства и готовых библиотек, и разработка составила 36 дней.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

39 слайд, пожалуйста, покажите. Отображение пространства критериев адекватного проектного решения. Поясните, как Вы оцениваете адекватность Вашего проектного решения, если у Вас нет реальных объектов здесь, они вообще не приведены. Вот есть проектные решения, они как-то должны между собой соотноситься. У Вас что здесь изображено, максимальные значения чего? Какого-то предыдущего решения? А Вы сравниваете своё решение, и оно должно вписаться и дать лучшие показатели. А реальная обстановка где?

Соискатель

Был проведен анализ существующих геоинформационных систем.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

Вы говорите об адекватности. Адекватность – это соответствие Вашей модели реальным объектам. А Вы сравниваете Вашу модель с какой-то другой. Т.е. соотносите. Поэтому это не адекватность, это сравнение одного проектного решения с другим, как я понимаю.

Соискатель

Под адекватностью у меня понимается именно однозначное определение объекта на местности. Т.е. однозначное принятие решения по этому объекту.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

Как Вы понимаете, однозначно оно определено? По каким критериям?

Соискатель

Данные критерии (слайд 37) позволяют определить однозначно ли представляется отображаемая информация на местности. Отображаются объекты на местности. Т.е. существуют готовые трехмерные геоинформационные системы, и если данные критерии будут расположены в рамках этих интервалов, то принятие решений однозначно и, соответственно, в моей 3D ГИС данные критерии взяты за основу и при визуализации и оценке проектного решения, которое я получил, высчитываются значения критериев этого проектного решения и определяется, входят ли значения этих критериев в максимальные значения каждого из критериев.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

Максимально допустимые.

Соискатель

Да, при которых однозначно определяется ситуация.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

Хорошо. Как определены максимально допустимые критерии? Они всё равно с реальным объектом должны коррелировать.

Соискатель

Максимально допустимые значения критериев получены на основе обзора. Т.е. я устанавливал, запускал и просматривал существующие геоинформационные системы.

д.т.н., доцент Сергеев В.А.

Это как раз и не видно, откуда берутся эти цифры, с которыми Вы потом сравниваете свои показатели, свои параметры.

Соискатель

Были установлены существующие ГИС, просмотрено отображение обстановки в них и выявлены максимальные значения, при которых однозначно принимается решение по обстановке.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Вы говорите, что одной из целей создания этой системы является всё-таки создание такой 3D ГИС, которая бы позволяла моделировать и анализировать ситуационную обстановку. На 36 слайде Вы определяете объекты, которые должны отображаться в Вашей 3D ГИС и говорите, что эти объекты будут вашим CASE-средством, вашим САПР туда наноситься. Из того, что Вы первоначально говорили, Александр Николаевич спрашивал, источники данных для 3D-карт, что является источниками данных парашютистов, птиц, вертолетов, мотоциклов, откуда эти данные берутся.

Соискатель

Эти данные представляют собой 3D-модели, которые могут быть созданы с помощью специальных инструментов, таких как 3D Max и др. В первую очередь использовал 3D Max.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Это понятно, как создать эти трёхмерные модели. Откуда они у Вас возьмутся, в Вашей 3D ГИС?

Соискатель

В 3D ГИС имеется база этих объектов и с помощью ручного ввода или с помощью взаимодействия с внешними системами задаётся информация по данным объектам. Т.е. если необходимо отобразить, например, вертолёт, то поступает с внешней системы команда о том, что по данным координатам необходимо отобразить вертолёт с такой-то моделью.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Из какой внешней системы?

Соискатель

Это любые системы, которые получают информацию об обстановке. Радары или оператор вручную задаёт эту информацию в режиме реального времени. Сама обстановка может задаваться с помощью средства, которое я представлял на видео ил с помощью XML-файла, который может динамически генерироваться, записываться в него новые данные другими программами, которые проводят отслеживание обстановки. Моя система именно отображает эту обстановку с помощью базы моделей объектов, которые имеются.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Информация об этих 3D-моделях в этом XML файле должна быть? Как она попадет в XML-файл не важно?

Соискатель

XML-файл, если имеется возможность локального взаимодействия. Если нет возможности взаимодействия с ресурсами файловой системы, то можно использовать UDP-порт или базу данных. С помощью них можно записывать новую информацию, эта информация считывается и отображается в системе.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Скажите, пожалуйста, когда Вы обосновали актуальность темы, Вы предполагаете, что трёхмерную геоинформационную систему можно использовать в здравоохранении и на транспорте. Объясните, пожалуйста, как это можно применить?

Соискатель

На транспорте можно использовать в рамках прокладки маршрутов, при логистических задачах. В области здравоохранения 3D ГИС можно использовать, к примеру, при отображении локальных участков заражений, болезней животных, людей, для статистического отображения информации по болезням, здоровью.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

У Вас есть реализация по этой части? Вы говорите, что можно использовать.

Соискатель

В моём случае разрабатывалась в качестве примера 3D ГИС отображения ситуационной обстановки, но с использованием CASE-средства

можно разработать ГИС в смежных областях применения.

д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

У меня есть такой вопрос в развитии предыдущих вопросов коллег. Спрашивали, что может Ваше CASE-средство. У Вас на слайде был представлен модуль генерации исходного кода. Для меня, если есть модуль генерации исходного кода, значит, точно предполагается определенная автоматизация в разработке. Поясните, пожалуйста, что генерируется, какой код, как работает этот модуль генерации кода, что он делает?

Соискатель

CASE-средство формирует диаграммы библиотек, которые можно использовать при реализации 3D ГИС, диаграмму моделей объектов обстановки. На основе разработанных моделей и диаграмм CASE-средство позволяет формировать исходные коды. Если говорить для языка C++, то это файлы формата ".h".

д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

Т.е. оно генерирует Вам то, что Вы будете подключать. А вопрос Виктора Николаевича о том, что у Вас все функции равнозначны, но они не равнозначны, потому что есть интерфейсы. Может ли Ваш модуль не только заголовков генерировать, но и определенную обстановку, параметры для вызова соответствующей процедуры из библиотеки? Или такой глубины генерации не предполагалось?

Соискатель

В CASE-средстве имеется возможность задания объектов обстановки. Если проектировщик задаёт объекты, которые необходимо отображать, которые 3D ГИС должна уметь отображать, то на основе данных объектов также генерируются исходные файлы, которые содержат информацию об этих объектах.

д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

В том числе не просто имена библиотек, но и значения констант?

Соискатель

Да, например, функции, методы, которые можно использовать.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет).

Согласны ли члены Совета сделать технический перерыв? (Нет) .

Тогда продолжаем работу.

Слово предоставляется научному руководителю работы **д.т.н. Смагину Алексею Аркадьевичу**.

Добрый день, Уважаемые коллеги, Уважаемые члены Диссертационного Совета, Уважаемый председатель.

Алексей Александрович Булаев закончил Ульяновский государственный университет по факультету математики и информационных технологий с отличием. После защиты выпускной работы ГАК рекомендовал ему поступление в аспирантуру. Он поступил в аспирантуру и начал активно заниматься научной работой, но еще, начиная со второго курса, он участвовал в студенческих научных кружках, выступал на студенческих конференциях, т.е. с того времени проявлял способности к научной работе.

За время обучения в аспирантуре он увлекся геоинформационными системами, наша кафедра выполняла работу на создание геоинформационной системы отображения ситуационной обстановки по заказу ФНП АО "НПО "Марс" (г. Ульяновск). Тема для нас была достаточно новой, и Алексей включился в эту работу очень активно. Работая над этим проектом в течение 2 лет, он выполнил практически всю основную работу проявил высокий уровень знаний, возможности в области современных информационных технологий. Практическая работа была завершена, докладывалась на научно-технических советах ФНПЦ АО "НПО "Марс".

После этого было принято решение эту работу положить в основу диссертационной работы по автоматизации проектирования 3D ГИС. Здесь соискатель также очень хорошо себя проявил, разработал функционально-ресурсную модель для автоматизации проектирования, проявил свои возможности и Web-программировании. Он сумел за положенное время написать диссертацию и представить на кафедру на предварительное слушание.

Параллельно с работой над 3D ГИС он впервые в нашем университете разработал виртуальную кафедру вуза на основе социальных сетей и технологий. Такая кафедра была создана, доложена, полностью подддержана руководством университета.

Работу по внедрению результатов диссертации поддержало руководство ФНПЦ АО "НПО "Марс", был дан акт об использовании результатов работы. Кроме этого, предложенная им методика проектирования 3D ГИС заинтересовала Ульяновский государственный педагогический университет и были приняты некоторые результаты для использования в учебном процессе.

Кроме этого, я отмечу такую вещь, что Алексей Александрович практически создал новый курс по геоинформационным системам, который мы собираемся внедрить в магистратуру со следующего учебного года. В отношении диссертации мое мнение, что работа отвечает требованиям ВАК, продемонстрирован высокий уровень знаний современных информационных технологий.

Публикаций достаточно, 4 публикации в журналах из перечня ВАК,

диссертация написана соискателем самостоятельно, работа апробирована, опубликована и доложена на научно-технических конференциях.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Ученому секретарю Совета предоставляется слово для оглашения заключения организации, где выполнялась работа, и отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа. Затем зачитывает отзыв ведущей организации.

(Заключение и отзыв прилагаются).

Председатель

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов, все они положительные. Согласны ли члены Совета заслушать обзор отзывов или зачитать их полный текст?

Слово для обзора отзывов, поступивших на диссертацию, предоставляется **Ученому секретарю Совета**.

Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов.

(Отзывы прилагаются).

1. **Казанский (Приволжский) федеральный университет.** Отзыв подписан заведующим кафедрой высшей математики и математического моделирования, д.ф.-м.н., профессором **Игнатьевым Ю.Г.** **Замечания:** на стр.5 сформулированы цели «разработка системы автоматизированного проектирования 3D ГИС на основе двухкомпонентной модели» и «разработка специализированного CASE-средства проектирования 3D ГИС, обеспечивающего формирование и оценку готовых проектных решений», далее на странице 6 приводятся положения, выносимые на защиту, в которых фигурирует только CASE-средство и по дальнейшему описанию складывается впечатление, что это одна система и выделение двух отдельных задач представляется не нужным; на стр. 7 приводится описание формулы (2), но из текста остается не понятно, что подразумевается под формами h , не раскрыты метрики g и не приведены примеры параметров r , что приводит к трудностям в соотношении формального описания геометрической модели и представленного примера геометрической модели на рис.1 на стр.9.
2. **Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики.** Отзыв подписан заведующим кафедрой мультисервисных сетей и информационной безопасности, д.т.н., профессором **Карташевским В.Г.** **Замечания:** на странице 15 в качестве элементов CASE-средства указаны база данных описания обстановки и база

- данных описания инструментов реализации, но из текста автореферата не ясно, какова их структура; из автореферата не совсем понятно, какие алгоритмы входят в базу алгоритмов проектирования 3D ГИС, описанную на странице 16.
3. **Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева.** Отзыв подписан заведующим кафедрой систем автоматизированного проектирования, д.т.н., профессором **Беловым В.Ф.** **Замечания:** не указаны ограничения, связанные с особенностями существующей нормативно-правовой базы, планами Росреестра по созданию региональных прототипов инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации; отсутствует пример моделирования реальной жилой среды города, например, Ульяновска, и сравнение полученных и натуральных изображений.
 4. **Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева.** Отзыв подписан заведующим кафедрой информационных систем и технологий, д.т.н., профессором **Прохоровым С.А.** **Замечания:** не указаны границы области наиболее эффективного применения разработанных средств автоматизации проектирования 3D ГИС; из автореферата не совсем понятна структура ядра 3D ГИС, к которой подключаются библиотеки и собственные средства.
 5. **Иркутский государственный Университет путей сообщения.** Отзыв подписан заведующим кафедрой информационных систем и технологий, д.т.н., профессором **Мухопадом Ю.Ф.** **Замечания:** на странице 18 предлагается взаимодействие 3D ГИС с внешними системами по UDP- или TCP-порту, но не сказано, в каких случаях рекомендуется использовать первый, и в каких – второй; из автореферата не ясно, как в 3D ГИС реализовано отображение форматов карт, поддерживающих многослойное хранение данных (S57, SXF, GeoTIFF).
 6. **Юго-Западный государственный университет.** Отзыв подписан профессором кафедры вычислительной техники, д.т.н., доцентом **Чернецкой И.Е.** **Замечания:** при отображении трехмерных объектов, имеющих место в ситуационных обстановках, не ясно, где их трехмерный образ формируется и как он размещается на моделируемой поверхности, в море или воздушном пространстве? Имеется ли ограничение на их количество и сложность? Формируется полный набор свободно распространяемых ресурсов – библиотек, которые участвуют в функциональном покрытии 3D ГИС. В автореферате не указываются трудности их программной стыковки с ядром системы.
 7. **Казанский национальный исследовательский технологический университет.** Отзыв подписан заведующим кафедрой информатики и прикладной математики, д.п.н., к.т.н., профессором **Нуриевым Н.К.** **Замечания:** не ясно имеется ли в CASE-средстве проектирования 3D ГИС возможность добавления новых функций и объектов обстановки; на странице 16 автореферата не указано, на каких языках программирования генерируются исходные коды файлов заголовков для проектных решений и как их можно использовать в дальнейшем при программной реализации 3D ГИС.

Председатель

Слово для ответа на замечания по заключению и отзывам предоставляется соискателю.

Соискатель**Ответы на замечания ведущей организации**

Замечание №2. В связи с тем, что библиотеки имеют функции разного уровня сложности, то в предложенной двухкомпонентной модели используются функции, содержащие порядка 100 функциональных операторов.

Замечание №3. В двухкомпонентной модели проектирования 3D ГИС используется специальная матрица умножения двоичной матрицы на бинарный вектор, в которой каждый элемент матрицы умножается на элемент вектора и записывается в соответствующую ячейку формируемой матрицы D.

Замечание №5. Оценка сложности проектного решения используется для расчёта необходимых временных и финансовых ресурсов на создание 3D ГИС в целом, а коэффициент затрат – для выбора среди полученных функциональных покрытий лучшего.

С замечаниями 1, 4 и 6 согласен.

Ответы на замечания отзывов на автореферат**1. Казанский (Приволжский) Федеральный университет.**

Отзыв подписан заведующим кафедрой высшей математики и математического моделирования, д.ф.-м.н., профессором **Игнатьевым Ю.Г.**

Замечание 1. Система автоматизации проектирования 3D ГИС включает CASE-средство проектирования 3D ГИС и формирования проектных решений, систему их 3D-моделирования, а также базы текстур, высот и глубин, 3D-моделей объектов.

С замечанием 2 согласен.

2. Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики.

Отзыв подписан заведующим кафедрой мультисервисных сетей и информационной безопасности, д.т.н., профессором **Карташевским В.Г.**

С замечаниями согласен.

3. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева

Отзыв подписан заведующим кафедрой систем автоматизированного проектирования, д.т.н., профессором **Беловым В.Ф.**

С замечаниями согласен.

4. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева.

Отзыв подписан заведующим кафедрой информационных систем и технологий, д.т.н., профессором **Прохоровым С.А.**

Замечание 2. Ядро 3D ГИС содержит следующие компоненты: компонент 3D-визуализации, компонент работы с источниками обстановки,

компонент взаимодействия с внешними системами и компонент имитации движения объектов.

С замечанием 1 согласен.

5. Иркутский государственный Университет путей сообщения.

Отзыв подписан заведующим кафедрой информационных систем и технологий, д.т.н., профессором **Мухопадом Ю.Ф.**

С замечаниями согласен.

6. Юго-Западный государственный университет.

Отзыв подписан профессором кафедры вычислительной техники, д.т.н., доцентом **Чернецкой И.Е.**

Замечание 1. Отображаемые трёхмерные модели объектов загружаются с файловой системы в оперативную память компьютера. После чего по заданным для них координатам делается привязка на местности. Количество отображаемых 3D-моделей ограничено аппаратными возможностями персонального компьютера, на котором запущена 3D ГИС.

С замечанием 2 согласен.

7. Казанский национальный исследовательский технологический университет.

Отзыв подписан заведующим кафедрой информатики и прикладной математики, д.п.н., к.т.н., профессором **Нуриевым Н.К.**

Замечание 1. В CASE-средстве проектирования 3D ГИС имеется возможность добавления новых функций и объектов обстановки через панель управления.

Замечание 2. Исходные коды файлов заголовков для проектных решений генерируются на языках C++, Python, Java.

Председатель

Официальный оппонент **д.т.н. Марков Николай Григорьевич** отсутствует по уважительной причине.

Прошу ученого секретаря зачитать отзыв. Ученый секретарь зачитывает отзыв.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

Замечание №1. Дерево поиска покрытий по количеству библиотек предлагается использовать при минимизации числа используемых сторонних библиотек в создаваемой 3D ГИС, а дерево поиска покрытий по коэффициенту затрат актуально при создании 3D ГИС с ограниченными финансовыми и временными затратами на разработку.

Замечание №2. Количество проектных решений, формируемых мастером

генерации проектных решений, зависит от требований проектировщика на разработку 3D ГИС и функций, которые необходимо реализовать. Полученные решения не противоречат требованиям на проектирование 3D ГИС.

С замечаниями 3,4 и 5 согласен.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту – **к.т.н. Похилько Александру Фёдоровичу**.

к.т.н., доцент Похилько А.Ф.

Уважаемые коллеги, Уважаемые члены Диссертационного Совета, Уважаемый председатель.

Структура моего отзыва имеет стандартную форму, актуальность, степень обоснованности и т.д. Я хотел бы в первом пункте обратить внимание членов Совета на то, что работа связана с ФНПЦ АО "НПО "Марс" и 3D ГИС требуют обновления, генерации, создания библиотек со специальными свойствами и их использование обусловлено специальными применениями ФНПЦ АО "НПО "Марс". Фактически, для разных случаев применения 3D ГИС требует разного наполнения. Такая технология является актуальной и предложена впервые. С этой точки зрения для специальных приложений создаётся средство автоматизации, которое потенциально позволит значительно ускорить генерацию 3D ГИС отображения ситуационной обстановки для разных случаев применения, т.е. для систем на кораблях, летательных аппаратах и т.д. В этом случае я выделил бы такую специфику применения для быстрого создания 3D ГИС в специальных приложениях. Тема диссертации актуальна, в дальнейшем имеет такой способ развития и может применяться в том числе для решения дополнительных задач.

Результаты, которые изложены в работе, т.е. комплексная модель проектирования 3D ГИС, средство автоматизации проектирования 3D ГИС, система 3D-моделирования проектных решений, достаточно обоснованы, хотя обоснованность связана с аргументацией, детальным рассмотрением. Научная новизна заявленных результатов подтверждается. Разработанная двухкомпонентная ресурсная модель, модели и диаграммы, обеспечивающие функционирование средств автоматизации, алгоритмы проектирования 3D ГИС, программная реализация системы 3D-моделирования проектных решений обладают научной новизной в том контексте, который заявлен. Практическая значимость работы заключается в экономии времени, снижении финансовых затрат и в достаточной мере показаны в работе, экспериментально обоснованы и продемонстрированы. Результаты могут иметь расширенное применение не только в специальных приложениях, характерных для работ ФНПЦ АО "НПО "Марс", но и для решения других задач в достаточной мере специфических, в том числе были использованы для визуализации авиационных объектов.

В целом, диссертационная работа завершена, поставленные задачи являются решенными, подтверждены результатами экспериментальных

исследований. Автореферат соответствует содержанию диссертации и отвечает требованиям, предъявляемым положениями ВАК. Результаты об использовании, как отмечалось, находятся в диссертационном деле. Публикаций достаточное количество, в том числе 4 статьи в журналах из перечня ВАК.

Основные замечания:

- не приведены, а точнее не систематизированы результаты анализа свободно распространяемых библиотек, наиболее подходящих для использования при создании современных 3D ГИС отображения ситуационной обстановки, т.е. они рассмотрены, но не представлено, какие лучше, какие хуже;
- в диссертационной работе не указано, почему система 3D-моделирования проектных решений имеет следующую структуру: компонент 3D-визуализации, компонент работы с источниками обстановки, компонент взаимодействия с внешними системами и компонент имитации движения объектов, т.е. разные подходы могут быть использованы для моделирования проектного решения;
- в модели описания обстановки для классов объектов обстановки не указаны атрибуты и методы.

Заключение. Диссертационная работа Булаева Алексея Александровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой предлагаются решения по автоматизации проектирования трехмерных геоинформационных систем отображения ситуационной обстановки.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)», а именно пунктам паспорта специальности: (п. 3.) разработка научных основ построения средств САПР, разработка и исследование моделей, алгоритмов и методов для синтеза и анализа проектных решений (двухкомпонентная модель, диаграммы), включая конструкторские и технологические решения в САПР и АСТПП; (п. 8.) разработка научных основ построения средств компьютерной графики, методов геометрического моделирования проектируемых объектов и синтеза виртуальной реальности в таком специальном приложении как компонента технической системы, которая определяет тип технических объектов, для обеспечения которых создаются различные генерации 3D ГИС отображения обстановки.

Соискатель Булаев А.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)»

(Отзыв прилагается).

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

Замечание №2. Система 3D-моделирования проектных решений состоит

из 4 компонентов, каждый из которых содержит функции, сгруппированные по выполняемым задачам, и при исключении одного из этих компонентов система не будет полноценно функционировать.

С замечаниями 1 и 3 согласен.

Председатель

Кто хочет выступить?

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Поскольку я задавал вопросы по 20 слайду, я заинтересовался формулой, где в числителе второе слагаемое – вычитаемое. Представьте, если Φ равняется 10 градусам, тогда до n , равному 9, амплитуда увеличивается, потом уменьшается, а после 18 значение синуса приобретет отрицательный знак. Т.е. неприятность заключается в том, что, на самом деле, серьезно «спотыкаешься» в этом случае. Я намекал, когда задавал вопрос, что давайте калибровать значения, давайте включать эмпирику, введем соответствующие элементы, тогда мы получим оценочные формулы, которые в другом проектом процессе не повторяются. Далее нужно опять перекалибровывать и теряется смысл. Поэтому важность построения таких формул очень высока. Примером служит известная модель Сосома, относящаяся к этой тематике, но у практикующих программистов эти формулы вызывают много вопросов, когда на сотнях проектов эмпирика была сведена в графиках и таблицах, и эти данные доказали справедливость формул. Т.е. эта ситуация говорит о том, что сама проблема построения таких оценочных формул серьезная и надо развивать это за счёт того, что постоянно через эмпирику проверять, калибровать и строить обобщения, чтобы не получилось так, что откалибровали в одном проекте, а в другом проекте она не применима. Я хочу обратить внимание соискателя, что в этой части вопрос нормировки и шкалирования не решен до конца, и когда единичный Φ , то непонятно, как вычисляется значение этого Φ . Легко возникает гипотеза, что этот синус вырождается. Эти вещи должны быть доопределены и должна быть система ограничений, в которых эта система справедлива так же, как у того же Боэма. Я буду голосовать за.

д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

Методика может быть применена в нынешнем варианте для экспресс-анализа, а в дальнейшем она нуждается в доработке.

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Уважаемые коллеги. Актуальность работы не вызывает сомнения. Действительно, сейчас во многих областях применяются специализированные геоинформационные системы, которые состоят из трёх частей: 2D- или 3D-визуализация карты местности, внедрение необходимых динамических или статических объектов и расчётная часть.

То, что спрашивал Иван Федорович по системам здравоохранения, здесь 3D-карта не нужна. Здесь нужен тот слой, соискатель его назвал – политическая карта, где, например, Ульяновская область, показаны районы, здесь не нужны высоты, карты местности, в районах, например, заболевания ОРВИ. Понятно, что эти расчётные части у разных проблемно-ориентированных специализированных ГИС свои, т.е. диссертант эту задачу не решает, то, что я здесь увидел, я бы не назвал это CASE-средством, я назвал бы элементами автоматизированного проектирования подобных систем. Здесь эта задача решена, похожая задача решена согласования форматов и здесь диссертант добился неплохих результатов, в том числе, и работы своей геоинформационной системы на обычных вычислительных средствах. Потому что одной из критических мест применения геоинформационных систем является мощность вычислительной техники для того, чтобы загружать арты, чтобы это было в режиме реального времени и т.д. Те вопросы, которые я задавал, я не совсем удовлетворен, если Вы пишете произведение, то понятно, что при умножении матрицы на вектор-столбец, то вы получите вектор-столбец. Если какое-то "хитрое" умножение Вы применяете, тогда видимо об этом необходимо писать. Положительным моментов является то, что работа с практической точки зрения поддержана заказчиком и может быть применена в том числе и на других предприятиях концерна. В целом, диссертант держался неплохо, немного не понравилось, что при ответах на замечания отзывов и оппонентов вы читали по бумаге. У нас это не принято. В целом я работу поддерживаю, буду голосовать за.

д.т.н, профессор Соснин П.И.

Во-первых, мы слушали диссертацию на НТС, у неё достаточно долгая и тяжелая судьба, в этом плане то, что диссертант вышел из положения и привязал её к специальности 05.13.12 – это большой труд и так оно и есть. То, что это актуально, я могу напомнить, у нас была защита Касапенко Дениса, я был руководителем этой работы, и нам было очень тяжело внедрять эти объекты на многослойные карты, которыми тогда пользовались, организовывать движение, я понимаю, что это достаточно сложно реализовать в динамике и что это нужно. И то, что на ФНПЦ АО «НПО «Марс» такая проблема была и что их лучше удовлетворяет то, что сейчас они имеют даже для полигонов, когда они отлаживают свои системы – это уже хорошо. Еще я хочу сказать, что соискатель – человек скромный и достаточно выдержанный в отношениях, мне с ним приходилось иметь дела чисто человеческие, поэтому работу я буду поддерживать.

д.т.н, доцент Киселев С.Г.

На самом деле трехмерное отображение поверхности Земли сейчас очень широко используется и как Алексей Александрович говорил, что ГИС сейчас применяется практически везде, и в навигации, и в строительстве и т.д. ГИС сейчас становится универсальным и достаточно удобным интерфейсом для доступа к другим данным. С этой точки зрения понятно, что количество таких решений будет возрастать.

тать, они будут специализированы, совершенно разные по точности, по специализации, по детализации в разных областях и понятно, что любые средства по автоматизации создания таких решений полезны и хороши. То, что в диссертации решена задача масштабирования и привязки объектов – это уже хорошо. Я лично знаю опыт неудачной реализации 3D ГИС города Ульяновска, когда были затрачены Электронным Ульяновском огромные деньги на то, чтобы получить карты города Ульяновска. Были заказаны 3D-модели практически всех домов Ульяновска и на этапе масштабирования объектов на карте всё "рухнуло". Потому что там "поехали" масштабы, "поехали" координаты, поскольку привязано было очень неудачно, то никакого практического выхода создания 3D-карты Ульяновска не получилось. Здесь видно, что эта проблема решена и это уже хорошо, что есть средства, которые позволяют создавать такие ГИС. С этой точки зрения я работу поддерживаю положительно и буду голосовать за.

д.т.н, профессор Дьяков И.Ф.

Безусловно, представленная работа представляет определенный интерес не только научный, но и практический. Те задачи, которые были поставлены, решены полностью, есть научная новизна. Поэтому соискатель достоин присуждения ученой степени.

д.т.н, доцент Епифанов В.В.

Работа, на мой взгляд, имеет актуальность, поскольку на Совете было достаточно много вопросов. Преимуществом работы является то, что она очень логично построено, одно вытекает из другого. Замечания присутствовали, но как в любой работе они есть. Сам соискатель держался достаточно хорошо и заслуживает степени кандидата наук.

д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

Я считаю важным, когда от практической "софтверной" работы человек поднимается на уровень обобщения и задает себе вопросы не только, «как я сделаю такую систему и с помощью каких инструментов», но и задает вопрос так, «а могу ли я создать такой инструментарий, который позволит с помощью какой-то методики другим решать аналогичные задачи автоматизированно?». В этом суть нашей специальности "Системы автоматизации проектирования". Такой непростой вопрос соискатель безусловно задал и ответил на него. Пусть с замечаниями, потому что он не просто является автором одной разработанной практически полезной для конкретного заказчика ФНПЦ АО "НПО "Марс" 3D ГИС, но он является автором инструментария, методики, набора алгоритмов, которые объединены общей двухкомпонентной моделью, которые позволяют решать эту задачу с элементами автоматизации. Здесь я с Александром Николаевичем согласна. Поэтому, в целом, я считаю задачу решенной, я думаю, соискатель прислушается к положительным замечаниям, я лично буду

голосовать за.

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

Соискателю предоставляется заключительное слово.

Соискатель

Я хочу выразить огромную благодарность своему научному руководителю Смагину Алексею Аркадьевичу, за то, что он постоянно поддерживал меня на всех этапах работы над диссертацией, а также помогал по всем вопросам, возникающим в ходе работы. Хочу выразить благодарность за вопросы, замечания Диссертационного совета, постараюсь в дальнейшем их исправить.

Председатель

Переходим к голосованию. Какие будут предложения по составу счетной комиссии? Поступили предложения включить в состав счетной комиссии Стучебникова В.М., Иванова О.Г. и Епифанова В.В.

Прошу голосовать. Возражений нет.

Председатель

Прошу счетную комиссию приступить к работе.

(Счетная комиссия организует тайное голосование).

Председатель

Коллеги! Продолжаем нашу работу. Слово предоставляется председателю счетной комиссии Стучебникову В.М.

Оглашается протокол счетной комиссии.

(Протокол счетной комиссии прилагается).

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Протокол счетной комиссии утверждается.

Таким образом, на основании результатов тайного голосования (за - 16, против - нет, недействительных бюллетеней - нет) диссертационный совет Д212.277.01 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Булаева Алексея**

Александровича содержит новые решения по разработке систем проектирования 3D ГИС и компьютерного моделирования трёхмерной ситуационной обстановки, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Булаеву Алексею Александровичу** ученую степень кандидата технических наук по специальности **05.13.12**.

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Булаева А.А.** Есть предложение принять его за основу. Нет возражений? (Нет). Принимается.

Какие будут замечания, дополнения к проекту заключения?

(Обсуждение проекта) .

Председатель

Есть предложение принять заключение в целом с учетом редакционных замечаний. Нет возражений? Принимается единогласно.

Заключение объявляется соискателю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.05.2018 № 5

О присуждении Булаеву Алексею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук. Диссертация «Разработка систем проектирования 3D ГИС и компьютерного моделирования трёхмерной ситуационной обстановки» по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (промышленность)» принята к защите 28.02.2018 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом Д 212.277.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, приказ от 11.04.2012 №105н/к.

Соискатель Булаев Алексей Александрович 1991 года рождения. В 2013 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»; работает инженером 1 к. в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» на кафедре «Телекоммуникационные технологии и сети».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Смагин Алексей Аркадьевич, заведующий кафедрой «Телекоммуникационные технологии и сети» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск.

Официальные оппоненты:

Марков Николай Григорьевич, доктор технических наук, профессор, профессор отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Похилько Александр Фёдорович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики и информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», г. Ульяновск, в своем положительном отзыве, подписанном первым заместителем генерального директора, к.т.н. Деревянкиным В.П. указала, что диссертация является целостной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические решения по проектированию трёхмерных систем отображения ситуационной обстановки.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Булаев А.А., Липатова С.В., Мерзляков Д.А., Смагин А.А. CASE-средство проектирования 3D-ГИС на основе свободно распространяемых библиотек // Автоматизация процессов управления. – 2016. – № 2 (44). – С. 35-44.
2. Булаев А.А., Липатова С.В., Смагин А.А. Система автоматизированного проектирования и моделирования 3D ГИС // Вестник НГИ-ЭИ. – 2017. – №4. – С. 18-31.
3. Смагин А.А., Булаев А.А., Липатова С.В. Модель покрытия структуры программного комплекса с использованием библиотек // Автоматизация процессов управления. – 2017. – № 4 (50). – С. 59-66.
4. Булаев А.А. Оценка адекватности проектных решений 3D ГИС отображения ситуационной обстановки // Наука и бизнес: пути развития. – М.: ТМБпринт. – 2017. – № 8 (74). – С. 9-14.
5. Булаев А.А., Кукин Е.С., Леонтьев М.Ю., Смагин А.А. Система отображения морской, наземной и воздушной обстановки на трехмерной модели Земли // Учёные записки УлГУ. – 2014. – № 1 (6). – С. 5-11.
6. Булаев А.А., Смагин А.А., Липатова С.В. Система автоматизированного проектирования и моделирования 3D ГИС // Перспективные информационные технологии. – 2017. – С. 51-54

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Казанский (Приволжский) Федеральный университет.** Отзыв подписан заведующим кафедрой высшей математики и математического моделирования, д.ф.-м.н., профессором **Игнатьевым Ю.Г.** Замечания: на стр.5 сформулированы цели «разработка системы автома-

- тизированного проектирования 3D ГИС на основе двухкомпонентной модели» и «разработка специализированного CASE-средства проектирования 3D ГИС, обеспечивающего формирование и оценку готовых проектных решений», далее на странице 6 приводятся положения, выносимые на защиту, в которых фигурирует только CASE-средство и по дальнейшему описанию складывается впечатление, что это одна система и выделение двух отдельных задач представляется не нужным; на стр. 7 приводится описание формулы (2), но из текста остается не понятно, что подразумевается под формами h , не раскрыты метрики g и не приведены примеры параметров r , что приводит к трудностям в соотношении формального описания геометрической модели и представленного примера геометрической модели на рис.1 на стр.9.
2. **Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики.** Отзыв подписан заведующим кафедрой мультисервисных сетей и информационной безопасности, д.т.н., профессором **Карташевским В.Г.** Замечания: на странице 15 в качестве элементов CASE-средства указаны база данных описания обстановки и база данных описания инструментов реализации, но из текста автореферата не ясно, какова их структура; из автореферата не совсем понятно, какие алгоритмы входят в базу алгоритмов проектирования 3D ГИС, описанную на странице 16.
 3. **Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева.** Отзыв подписан заведующим кафедрой систем автоматизированного проектирования, д.т.н., профессором **Беловым В.Ф.** Замечания: не указаны ограничения, связанные с особенностями существующей нормативно-правовой базы, планами Росреестра по созданию региональных прототипов инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации; отсутствует пример моделирования реальной жилой среды города, например, Ульяновска, и сравнение полученных и натуральных изображений.
 4. **Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева.** Отзыв подписан заведующим кафедрой информационных систем и технологий, д.т.н., профессором **Прохоровым С.А.** Замечания: не указаны границы области наиболее эффективного применения разработанных средств автоматизации проектирования 3D ГИС; из автореферата не совсем понятна структура ядра 3D ГИС, к которой подключаются библиотеки и собственные средства.
 5. **Иркутский государственный Университет путей сообщения.** Отзыв подписан заведующим кафедрой информационных систем и технологий, д.т.н., профессором **Мухопадом Ю.Ф.** Замечания: на странице 18 предлагается взаимодействие 3D ГИС с внешними системами по UDP- или TCP-порту, но не сказано, в каких случаях рекомендуется использовать первый, и в каких – второй; из автореферата не ясно, как в 3D ГИС реализовано отображение форматов карт, поддерживающих многослойное хранение данных (S57, SXF, GeoTIFF).
 6. **Юго-Западный государственный университет.** Отзыв подписан профессором кафедры вычислительной техники, д.т.н., доцентом **Чернецкой И.Е.** Замечания: при отображении трехмерных объектов, имеющих место в ситуационных обстановках, не ясно, где их трехмерный образ формируется и как он размещается на моде-

лируемой поверхности, в море или воздушном пространстве? Имеется ли ограничение на их количество и сложность? Формируется ли полный набор свободно распространяемых ресурсов – библиотек, которые участвуют в функциональном покрытии 3D ГИС. В автореферате не указываются трудности их программной стыковки с ядром системы.

7. **Казанский национальный исследовательский технологический университет.** Отзыв подписан заведующим кафедрой информатики и прикладной математики, д.п.н., к.т.н., профессором **Нуриевым Н.К.** Замечания: не ясно имеется ли в CASE-средстве проектирования 3D ГИС возможность добавления новых функций и объектов обстановки; на странице 16 автореферата не указано, на каких языках программирования генерируются исходные коды файлов заголовков для проектных решений и как их можно использовать в дальнейшем при программной реализации 3D ГИС.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области по теме диссертации, подтверждаемой публикациями в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** научно-обоснованная система автоматизации проектирования и компьютерного моделирования 3D ГИС отображения ситуационной обстановки на базе функционально-ресурсной модели с использованием свободно распространяемых ресурсов и собственных разработок;
- **предложены** алгоритмы, средства и методика автоматизации проектирования 3D ГИС в интерактивном режиме с использованием специализированного CASE-средства и системы 3D-моделирования проектных решений;
- **показана** перспективность применения алгоритмов и средств автоматизации проектирования 3D ГИС в следующих областях: гражданская и военная отрасли, авиация, телекоммуникации, экология и др.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана** эффективность разработанных средств автоматизации проектирования на созданном образце 3D ГИС отображения ситуационной обстановки на основе анализа результатов компьютерного моделирования на предприятии ФНПЦ АО «НПО «Марс», г. Ульяновск;
- применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** функционально-структурный подход к проектированию информационных систем, методы декомпозиции информационных систем, методы математического моделирования, методы покрытий булевых функций, пакеты свободно распространяемых библиотек, методы структурного и объектно-ориентированного программирования, базы пространственных данных, базы 3D-моделей.
- **раскрыта** проблема снижения сложности проектирования, временных и финансовых затрат, уровня требований к знаниям проектировщика при создании 3D ГИС отображения ситуационной обстановки за счёт использования разработанных средств автоматизации проектирования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработан** комплекс моделей, диаграмм, алгоритмов проектирования и функционирования 3D ГИС, программная реализация специализированного CASE-средства проектирования 3D ГИС, методика и система 3D-моделирования проектных решений, что позволяет автоматизировать разработку подобных систем, а также **внед-рен** макет опытного образца (программная реализация) «3D ГИС отображения ситуационной обстановки» на предприятии ФНПЦ АО «НПО «Марс», г. Ульяновск;
- **определены** перспективы практического использования предлагаемых средств автоматизации проектирования 3D ГИС для снижения сложности проектирования, временных и финансовых затрат, уменьшения требования к знаниям проектировщика;
- **создана** двухкомпонентная функционально-ресурсная модель, которая положена в основу автоматизации проектирования 3D ГИС и предложены оценки получаемых проектных решений;
- **представлены** средства автоматизации проектирования, которые являются базой для построения перспективных 3D ГИС и использования их в смежных областях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- важное значение моделей, алгоритмов 3D ГИС **для экспериментальных работ** как практического инструмента проектировщика геоинформационных систем;
- **теория** построена на известных, проверяемых данных, характеризующих эффективность применения методов и средств автоматизации проектирования 3D ГИС, и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;
- **проведен** сравнительный анализ результатов, полученных в диссертации, и в работах российских и зарубежных исследователей в области автоматизации проектирования геоинформационных систем;
- **использованы** современные методики сбора и обработки пространственных данных и исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя во всех этапах выполнения исследования, включая участие в научных экспериментах, апробации результатов исследования, программной реализации специализированного CASE-средства проектирования 3D ГИС и системы 3D-моделирования проектных решений, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе;

На заседании 16.05.2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Булаеву А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Защита окончена. Есть ли замечания по процедуре защиты? (Нет).
Поздравляет соискателя с успешной защитой. Благодарит членов Со-
вета и всех участников за внимание.

Заседание объявляется закрытым.

Председатель Совета Д212
профессор




Н.Г. Ярушкина

Учёный секретарь Совета Д212.247.01,
профессор


В.И. Смирнов