

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Отделение информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Интеграционный сервис для обмена картографическими данными между ГИС и САПР УДК 004.624.911.5/9:004.896

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Старшинов Владислав Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ковин Р.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Сосковец Л.И.	Д.И.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Атепаева Н.А.	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Савельев А.О.	к.т.н.		

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП ПРОГРАММЫ
МАГИСТРОВ 09.04.02 «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**

Код	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общепрофессиональные и профессиональные компетенции	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
P5	Разрабатывать стратегии и цели проектирования, критерии эффективности и ограничения применимости, новые методы, средства и технологии проектирования геоинформационных систем (ГИС) или промышленного программного обеспечения.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания интеллектуальных ГИС и ГИС технологии или промышленного программного обеспечения с использованием методов системной инженерии.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и сопровождения ГИС и ГИС технологий или промышленного программного обеспечения с использованием методов и средств системной инженерии, осуществлять подготовку и обучение персонала.
P8	Формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики ГИС и ГИС технологий или системной инженерии программного обеспечения. Разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач. Организовывать взаимодействие коллективов, принимать управленческие решения, находить компромисс между различными требованиями как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании.
Общекультурные компетенции	
P9	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P10	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения.
P11	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P12	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савельев А.О.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ИИМ71	Старшинову Владиславу Сергеевичу

Тема работы:

Интеграционный сервис для обмена картографическими данными между ГИС и САПР	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 1734/с от 05.03.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	• Объекты исследования: бизнес-процессы организации для оптимизации обмена картографическими данными и результатов проектирования в задаче проектирования промышленных объектов. • Предметы исследования: геоинформационные системы, системы автоматизированного проектирования, средства обмена картографическими данными. • Документ, описывающий потребности заказчика.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	• Особенности проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи. • Описание бизнес-процессов организации и средств обмена данными между исполнителями при проектировании объекта. • Оптимизация бизнес-процессов предприятия в задаче проектирования промышленных объектов.

	• Требования к интеграционному решению для обмена картографическими данными при проектировании промышленных объектов. • Варианты использования интеграционного решения. • Выбор архитектуры интеграционного решения. • Проектирование сценариев использования интеграционного решения. • Выбор инструментов для реализации и представление интеграционного решения в виде диаграммы классов. • Апробация интеграционного решения.
Перечень графического материала	• Чертежи кустов скважин, в том числе отображение в САПР и ГИС. • Диаграммы бизнес-процессов предприятия до и после оптимизации. • Диаграмма вариантов использования интеграционного решения. • Варианты архитектурных представлений интеграционного решения. • Эскизы интерфейсов плагина для САПР. • Диаграммы классов компонентов интеграционного решения. • Отображение плагина в САПР. • Отображение карты с чертежом в САПР. • Отображение карты с чертежом в ГИС.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор Отделения социально-гуманитарных наук ШБИП Сосковец Любовь Ивановна
Социальная ответственность	Старший преподаватель Отделения общетехнических дисциплин ШБИП Атепаева Наталья Александровна
Раздел на английском языке	Доцент Отделения иностранных языков ШБИП Сидоренко Татьяна Валерьевна Доцент Отделения информационных технологий ИШИТР Мирошниченко Евгений Александрович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Анализ бизнес-процессов в задачах проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи (Business processes analysis in designing industrial objects to be used in oil and gas production)	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2019
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения ИТ	Ковин Роман Владимирович	к.т.н.		01.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Старшинов Владислав Сергеевич		01.02.2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
 Уровень образования Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2019	Анализ бизнес-процессов в задачах проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи	25
15.03.2019	Проектирование интеграционного решения для задачи проектирования промышленных объектов	35
27.05.2017	Реализация интеграционного сервиса для обмена картографическими данными между ГИС и САПР	25
22.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
29.05.2017	Социальная ответственность	5
29.05.2017	Раздел на английском языке	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения ИТ	Ковин Роман Владимирович	К.Т.Н.		01.02.2019

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения ИТ	Савельев Алексей Олегович	К.Т.Н.		01.02.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ71	Старшинову Владиславу Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Тема ВКР:

Интеграционный сервис для обмена картографическими данными между ГИС и САПР	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Оценка потенциальных потребителей продукта, анализ конкурентных технических решений, QuaD-анализ, диаграмма Исикавы, SWOT-анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Цель и результат научного исследования, стейкхолдеры проекта, организационная структура проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование этапов работы, исполнителей, формирование трудоемкости и графика разработки НИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности исследования	Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности и сравнительная эффективность разработок
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
• Сегментирование рынка • Диаграмма Исикавы • QuaD-анализ • SWOT-анализ • Морфологическая матрица • Диаграмма Ганта • Календарный план научно-исследовательского проекта	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Сосковец Любовь Ивановна	д.и.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Старшинов Владислав Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ71	Старшинову Владиславу Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Тема ВКР:

Интеграционный сервис для обмена картографическими данными между ГИС и САПР	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<i>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i>	<i>Объект исследования – интеграционный сервис, состоящий из 2 компонентов: плагина для САПР и веб-сервиса.</i> <i>Область применения – предприятия, занимающиеся проектированием новых промышленных объектов от небольших строительных компаний до крупных предприятий нефтегазодобычи и топливно-энергетического комплекса.</i> <i>Рабочая зона – кабинет с рабочими местами: стол, стул, компьютер, сетевое оборудование для подключения к интернету.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: ○ специальные правовые нормы трудового законодательства; ○ организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	○ Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019). ○ ГОСТ 12.2.032-78. ○ СанПиН 2.2.4.3359-16. ○ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12.
2. Производственная безопасность: ○ анализ выявленных вредных и опасных факторов; ○ обоснование мероприятий по снижению воздействия.	Вредные факторы: ○ отклонение показателей микроклимата; ○ повышенный уровень шума на рабочем месте; ○ недостаточная освещенность рабочей зоны; ○ повышенный уровень электромагнитных полей. Опасные факторы: ○ повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
3. Экологическая безопасность ○ анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); ○ анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); ○ анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).	Негативно влияющие на экологию факторы могут быть связаны с эксплуатацией компьютера, на котором разрабатывается программное обеспечение.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: ○ перечень возможных ЧС на объекте; ○ выбор наиболее типичной ЧС; ○ разработка превентивных мер по предупреждению ЧС и мер по ликвидации её последствий	Вероятные ЧС – пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2019
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Атепаева Наталья Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Старшинов Владислав Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 130 страниц, 50 рисунков, 26 таблиц, 70 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: системная интеграция, САПР, ГИС, плагин, веб-сервис, проектирование промышленных объектов, нефтегазодобыча, бизнес-процессы.

Объектами исследования является бизнес-процессы предприятия и их оптимизация путем автоматизации средств обмена картографическими данными при использовании бизнес-процессов предприятия.

Цель работы – предложить интеграционное решение для обмена картографическими данными между ГИС и САПР в задаче проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи.

Методами исследования являются диаграммы активностей имеющихся и оптимизированных бизнес-процессов предприятия в задаче проектирования новых объектов нефтегазодобычи, составление и оценка требований для проектирования интеграционного решения.

Задачами данной работы является:

- исследование и оптимизация бизнес-процессов предприятия;
- формирование требований и проектирование автоматизированной системы для обмена данными между ГИС и САПР.
- реализация и апробация интеграционного решения.

В процессе исследования была проведена оптимизация имеющихся бизнес-процессов предприятия в задаче проектирования нового промышленного объекта нефтегазодобычи, и было предложено интеграционное решение для автоматизации процесса обмена картографическими данными между подразделениями.

Область применения: разработка и эксплуатация новых месторождений, магистральных трубопроводов, проектирование новых объектов при строительстве.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГИС – геоинформационные система

САПР – система автоматизированного проектирования

UML – Unified Modeling Language

FTP – File Transfer Protocol

HTTP – HyperText Transfer Protocol

HTTPS – HyperText Transfer Protocol Secure

URL – Uniform Resource Locator

WMS – Web Map Service

WFS – Web Feature Service

API – Application Programming Interface

MVC – Model-View-Controller

XML – eXtensible Markup Language

JSON – JavaScript Object Notation

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются бизнес-процессы организации до и после автоматизации процесса обмена картографическими данными и результатов проектирования в задаче проектирования промышленных объектов

Методами исследования являются диаграммы активностей имеющихся бизнес-процессов предприятия, диаграммы активностей оптимизированных бизнес-процессов предприятия в задаче проектирования новых объектов нефтегазодобычи, составление и оценка требований для проектирования интеграционного решения.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	14
1. АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ.....	15
1.1. Задача проектирования промышленных объектов	15
1.2. Бизнес-процессы предприятия в задаче обмена картографическими данными между исполнителями	19
1.3. Результаты исследования бизнес-процессов предприятия.....	36
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ.....	39
2.1. Оптимизация бизнес-процессов предприятия для автоматизированного обмена картографическими данными между системами	39
2.2. Требования к интеграционному решению.....	47
2.3. Варианты использования предлагаемого решения.....	48
2.4. Архитектурные представления интеграционного решения.....	49
2.5. Передача картографических данных через WMS и WFS.....	53
2.6. Проектирование компонент интеграционного решения.....	54
2.6.1. Проектирование интерфейсов плагина для САПР	54
2.6.2. Проектирование веб-сервиса	56
2.7. Диаграмма классов интеграционного решения.....	57
2.7.1. Диаграмма классов плагина	57
2.7.2. Диаграмма классов веб-сервиса	59
3. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ.....	61
3.1. Используемые технологии для разработки	61
3.2. Апробация интеграционного решения на примере задачи проектирования нефтяного месторождения.....	62
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	66
4.1. Описание поставленных задач в разделе	66
4.2. Оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта	66
4.2.1. Потенциальные потребители продукта	66

4.2.2. Анализ конкурентных технических решений	68
4.2.3. Технология QuaD	70
4.2.4. SWOT-анализ.....	71
4.2.5. Диаграмма Исикавы.....	73
4.3. Инициация проекта	74
4.3.1. Цели и результат проекта.....	74
4.3.2. Организационная структура проекта	75
4.4. Определение возможных альтернатив проекта.....	76
4.5. Планирование научно-исследовательских работ	77
4.5.1. Структура работ в рамках научного исследования	77
4.5.2. Определение трудоемкости и графика выполнения работ	78
4.5.3. Бюджет научно-технического исследования	83
4.5.3.1. Расчёт материальных затрат	83
4.5.3.2. Расчёт основной заработной платы исполнителей.....	83
4.5.3.3. Расчёт дополнительной заработной платы исполнителей	84
4.5.3.4. Расчёт итоговой заработной платы исполнителей	84
4.5.3.5. Расчёт отчислений во внебюджетные фонды	85
4.5.3.6. Расчёт накладных расходов	85
4.5.3.7. Формирование бюджета проекта	85
4.6. Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта.....	86
4.7. Результаты по конкурентоспособности и ресурсоэффективности ...	87
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	88
5.1. Характеристика объекта исследования.....	88
5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. 88	
5.2.1. Правовые нормы трудового законодательства	88
5.2.2. Требования к организации и оборудованию рабочих мест	89
5.3. Производственная безопасность.....	91
5.3.1. Отклонение показателей микроклимата в помещении	92
5.3.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	93

5.3.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	93
5.3.4. Повышенный уровень электромагнитных полей	95
5.3.5. Электробезопасность	96
5.4. Экологическая безопасность	97
5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	98
5.6. Результаты оценки безопасности труда и окружающей среды	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	101
СПИСОК ОСНОВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ЗА 2017-2019 УЧЕБНЫЕ ГОДЫ....	108
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ЗА ПЕРИОД ОБУЧЕНИЯ В МАГИСТРАТУРЕ ...	109
ПРИЛОЖЕНИЕ А. BUSINESS PROCESSES ANALYSIS IN DESIGNING INDUSTRIAL OBJECTS TO BE USED IN OIL AND GAS PRODUCTION	111

ВВЕДЕНИЕ

В процессе деятельности организаций, занимающихся проектированием новых промышленных объектов, возникает проблема обмена данными между разными подразделениями, которые используют разные инструментальные средства [1].

Объектами исследования являются бизнес-процессы предприятия и их оптимизация путем автоматизации средств обмена картографическими данными.

Предметом исследования является процесс обмена картографическими данными между разными подразделениями предприятия при проектировании нового промышленного объекта нефтегазодобычи.

Целью данной работы является представление интеграционного решения для обмена картографическими данными между ГИС и САПР в задаче проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи.

Практическая значимость работы заключается в автоматизации процесса обмена картографическими данными между ГИС и САПР, обеспечив возможность сотрудникам, использующим инструмент САПР, запрашивать картографические данные из ГИС и передавать результаты проектирования в ГИС без участия сотрудников из подразделения ГИС.

В результате исследования было реализовано интеграционное решение для обмена картографическими данными между ГИС и САПР и апробировано с использованием открытых данных при обустройстве нефтяного месторождения.

Актуальность работы заключается в оптимизации работы при выполнении задачи проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи, снижении числа ошибок при обмене данными, ускорении времени передачи картографических данных и обеспечит задействование меньших ресурсов при выполнении поставленной задачи.

1. АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

1.1. Задача проектирования промышленных объектов

В настоящее время нефтегазовая отрасль промышленности является одной из важнейших в экономике России. Для обеспечения растущих потребностей в углеводородном сырье как для внутреннего потребления, так и для экспорта необходимы поиск и разработка новых месторождений.

Разработка месторождения, строительство трубопровода ведется в соответствии с проведенными проектными и предпроектными изысканиями, в состав которых входят в первую очередь инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания.

Картографо-геоинформационное обеспечение работ в рамках предпроектных изысканий является одной из важных и актуальных задач проектирования. Оно включает в себя методы автоматизации привязки, преобразования и визуализации пространственных данных, картосоставление, создание ГИС, издание карт и других видов картографической продукции [1].

ОАО «ТомскНИПИнефть» занимается проектированием (в т.ч. сопровождением и информационным обеспечением) новых месторождений нефти и газа, магистральных трубопроводов и прочих. При обслуживании проектируемого или уже готового нового промышленного объекта специалисту по обслуживанию объектов необходимо иметь полную информацию, которая будет отображаться на карте в цифровом виде. Для получения результатов по данной задаче очень часто необходимо взаимодействие нескольких структурных подразделений, которые в большинстве случаев разделены территориально. При проектировании нового промышленного объекта необходима тесная работа между двумя подразделениями: одно из них занимается технологическим проектированием, используя САПР-продукты (КОМПАС, AutoCAD и другие). Данное подразделение формируют чертежи объектов для строительства в цифровой форме. Другое подразделение занимается разработкой и

обслуживанием ГИС. Специфика работы этого подразделения заключается в первую очередь в создании и обработке космоснимков с высокой степенью детализации. Подразделение использует для выполнения поставленных задач ГИС-продукты (ArcGIS, MapInfo и прочие).

Для выполнения задачи проектирования нового объекта ГИС-оператору необходимо предоставить проектировщику участок карты, на котором будет формироваться новый объект. На заданном участке карты проектировщик будет создавать данный объект, используя инструменты САПР. В качестве результата работы будет сформирован чертеж объекта на карте. Результаты проектирования проектировщик отправляет ГИС-оператору, который производит импорт результатов проектирования в ГИС для непосредственной дальнейшей разработки нового объекта.

В качестве примера можно привести проект по кустованию скважин, где будет наноситься чертеж с помощью САПР (рис. 1.1). Данный чертеж будет накладываться на подложку (рис. 1.2), а в последствии будет отображаться результат в ГИС [2] (рис. 1.3).

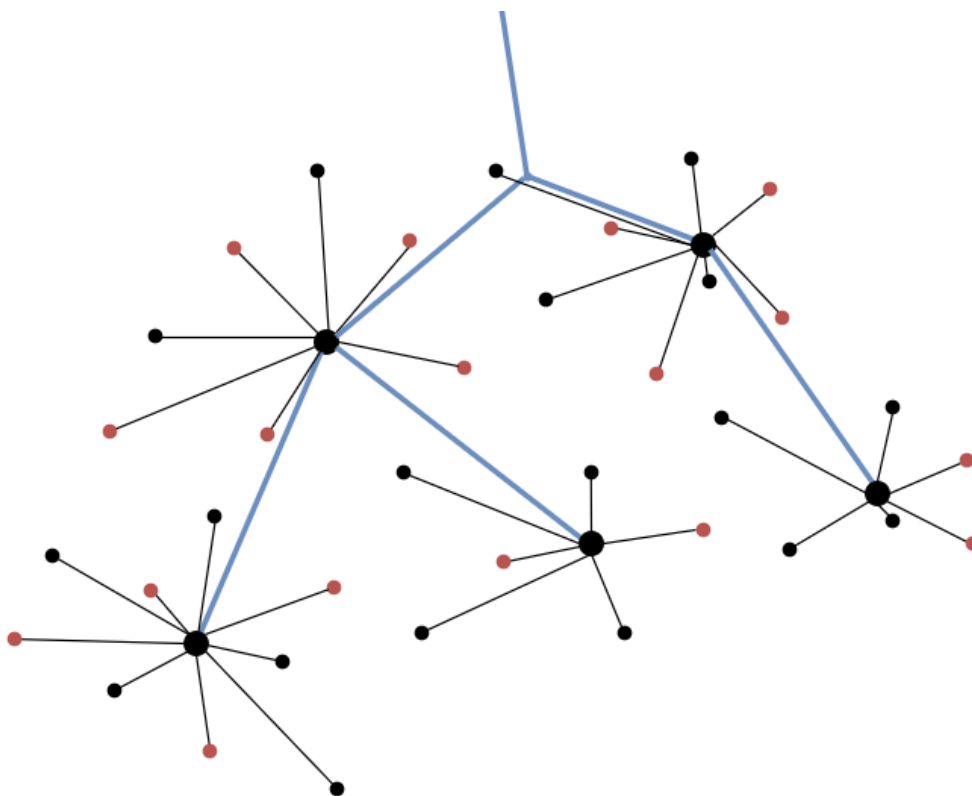


Рисунок 1.1. Пример чертежа кустов скважин, спроектированный в САПР

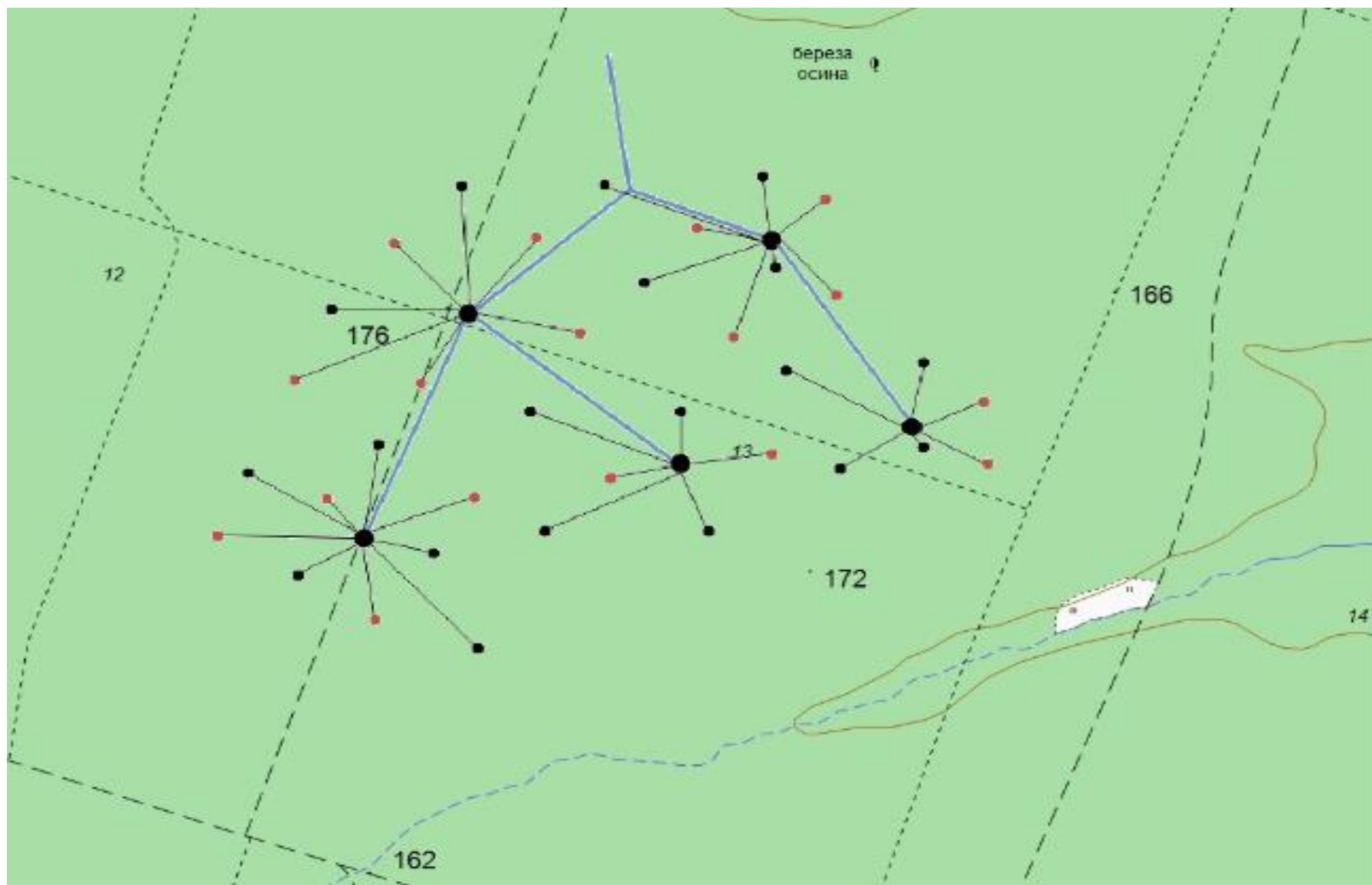


Рисунок 1.2. Отображение чертежа с растровой картой в САПР

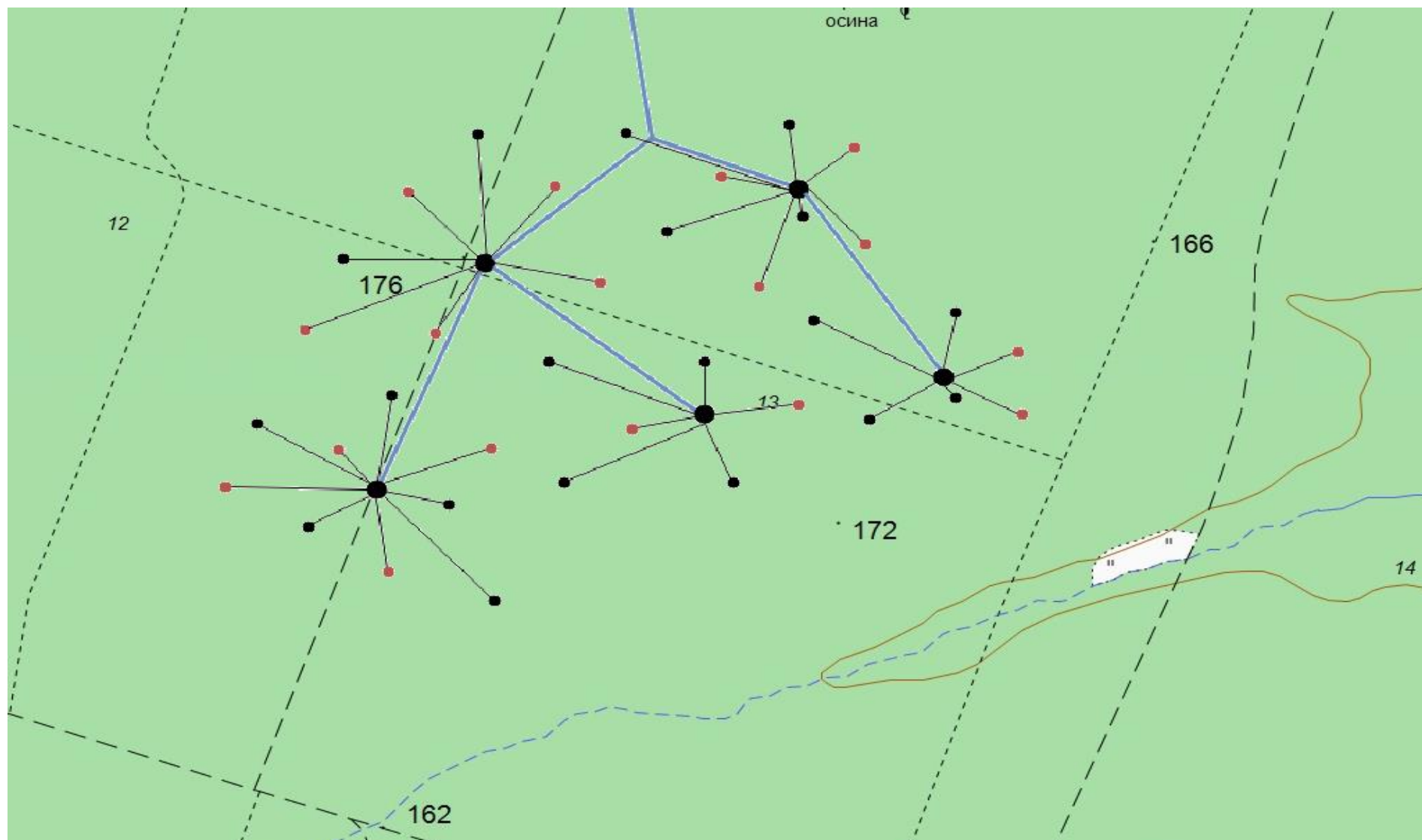


Рисунок 1.3. Результат отображения спроектированного объекта в ГИС

1.2. Бизнес-процессы предприятия в задаче обмена картографическими данными между исполнителями

При выполнении задачи проектирования нового объекта необходима тесная работа между проектировщиками и ГИС-операторами. Для моделирования поведения процесса проектирования нового объекта возникает необходимость в алгоритмической детализации и логической реализации операций. Диаграммы деятельности в языке UML призваны для моделирования динамических аспектов поведения системы, а также для отображения последовательных или параллельных шагов вычислительного процесса [3].

Бизнес-процессы организации при постановке задачи проектирования нового объекта будут рассмотрены в виде 5 прецедентов:

- 1) запрос участка карты для проектирования;
- 2) передача карты для проектирования объекта;
- 3) проектирование нового объекта;
- 4) передача чертежа ГИС-оператору;
- 5) прием и проверка отображения чертежа на карте в ГИС.

Прецедент 1. Запрос участка карты для проектирования

Краткое описание: для проектирования нового объекта проектировщику необходимо запросить участок карты, на котором будет производиться дальнейшая работа.

Действующее лицо прецедента — ГИС-оператор.

Базовый поток — запрос участка карты для проектирования:

- пользователь совершает вход в ГИС;
- пользователь получает данные об участке карты;
- пользователь производит поиск участка карты по заданным данным;
- система отображает заданный участок карты;
- пользователь использует команду экспорта карты в ГИС;
- пользователь сохраняет карту в файл.

Предусловие: пользователь должен получить данные о запрашиваемом участке карты.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента пользователь может отправлять файл с картой проектировщику.

Описанная диаграмма деятельности представлена на рисунке 1.4.

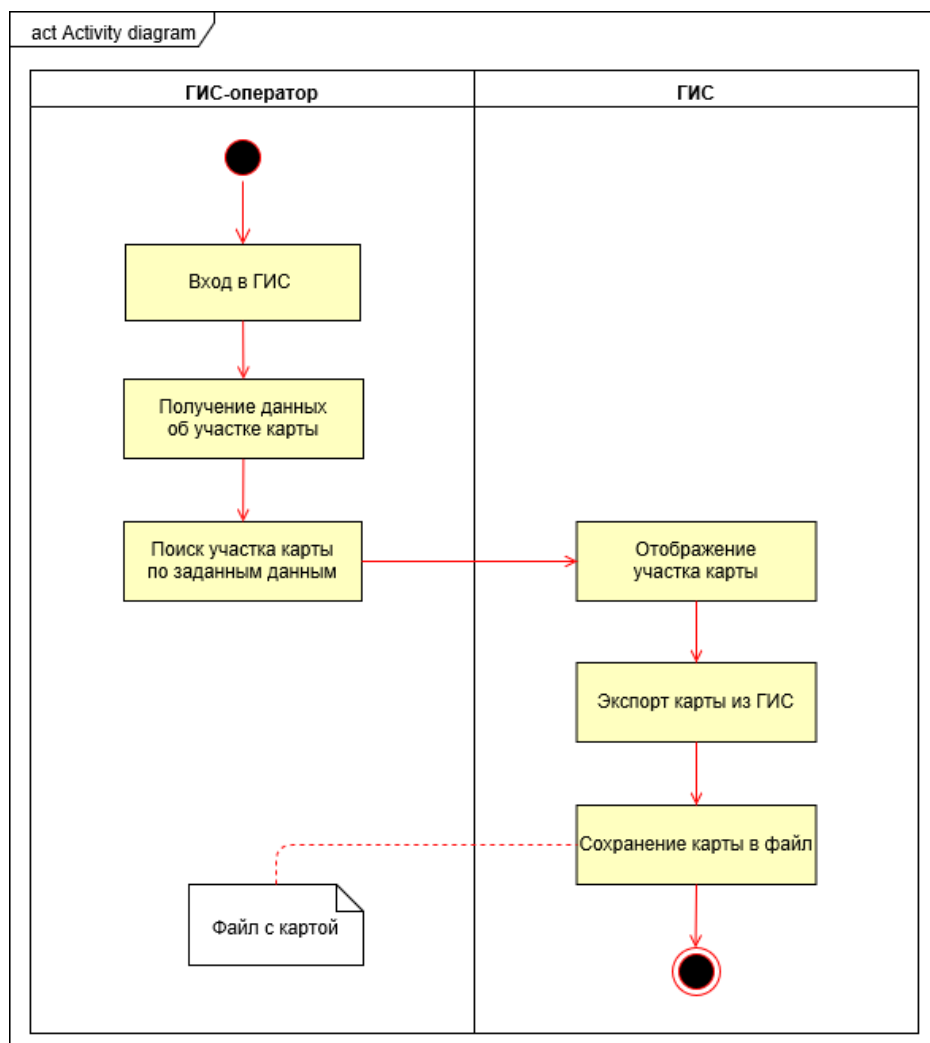


Рисунок 1.4. Диаграмма деятельности «Запрос участка карты для проектирования»

Данная диаграмма описывает действия ГИС-оператора при взаимодействии с ГИС для формирования участка карты, который нужен проектировщику для проектирования нового месторождения. Проектировщику необходимо предоставить данные об участке карты. Запрашиваемый участок карты будет запрашиваться с указанием локации и координат границ карты. Информацию об

участке карты проектировщик может сообщить по корпоративной почте, с использованием мессенджера или по телефону.

В ГИС оператор производит поиск участка карты по данным, которые сообщил проектировщик, после чего ГИС отобразит участок карты. Для экспорта карты из ГИС можно скачать его в виде файла и сохранить на компьютер.

Прецедент 2. Передача карты для проектирования объекта

Краткое описание: полученный файл с картой ГИС-оператору нужно передать проектировщику для создания чертежа нового объекта. Передачу файла можно осуществить различными способами: через файлообменник, электронную почту, носитель информации, мессенджер и по FTP-протоколу. Передача карты через носитель информации обеспечит неудобство для участников проекта, так как необходимо как минимум одному из участников проекта потратить время на передачу накопителя информации другому участнику, особенно если отделы территориально расположены в разных районах города или разных городах. При загрузке файла в мессенджер нет гарантии полной загрузки файла, так как в некоторых из них установлены ограничения по размерам файла и расширениям, поэтому мессенджеры и носители информации не будут универсальными при обмене картографическими данными, поэтому в данном прецеденте будут рассмотрены процессы обмена картографическими данными оставшимися способами.

Действующее лицо прецедента — ГИС-оператор.

Базовый поток 1 — передача карты для проектирования объекта через файлообменник:

- пользователь совершает вход в файлообменник;
- система запрашивает логин и пароль учетной записи;
- пользователь вводит логин и пароль учетной записи;
- система проводит процедуру аутентификации;
- система отображает интерфейс файлообменника;
- пользователь загружает файл с участком карты в файлообменник;

- система позволяет пользователю настроить уровень доступа к файлу: либо выдавая ссылку с адресом нахождения загруженного файла, либо предоставляя доступ через почту;
- пользователь отправляет ссылку на загруженный файл проектировщику, либо вводит почтовый адрес для предоставления доступа к файлу.

Альтернативные потоки: если пользователь ввел неверные значения логина и пароля, система сигнализирует об отказе в доступе, следовательно, необходимо повторить ввод данных. Если доступ к файлу будет осуществляться через почту, то пользователю надо ввести почтовый адрес проектировщика для предоставления доступа к файлу. Если доступ к файлу будет осуществляться через ссылку, то пользователю необходимо отправить данную ссылку проектировщику.

Предусловие: пользователь должен иметь учетную запись в любом из файлообменников.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента пользователь осуществляет доступ к файлу либо через почту, либо по ссылке. Информацию о предоставлении доступа ГИС-оператор должен предоставить проектировщику через релевантный источник связи.

Диаграмма деятельности «Передача карты для проектирования объекта через файлообменник» представлена на рисунке 1.5.

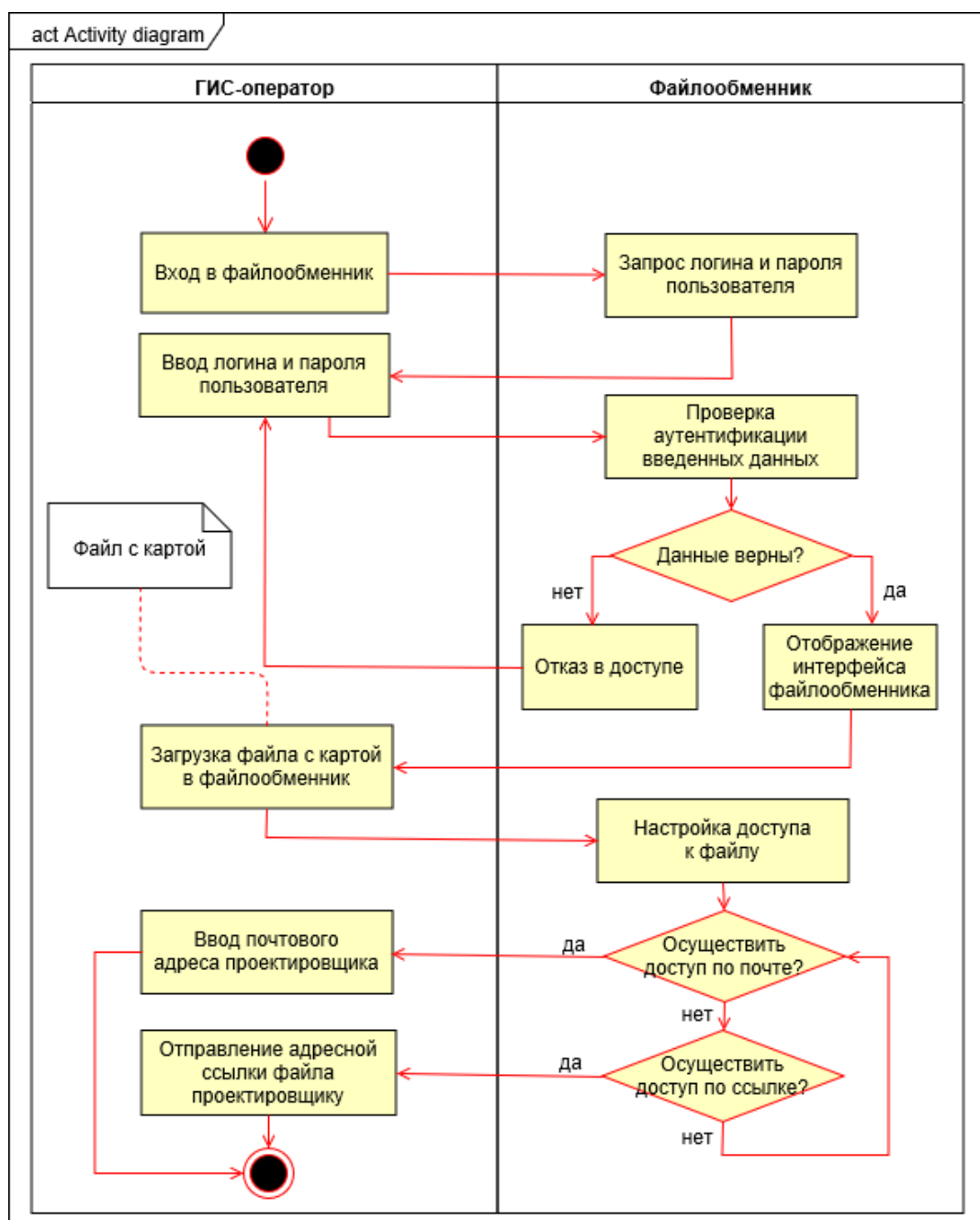


Рисунок 1.5. Диаграмма деятельности «Передача карты для проектирования объекта через файлообменник»

Данная диаграмма описывает действия ГИС-оператора при взаимодействии с файлообменником для загрузки файла с участком карты с дальнейшей передачей проектировщику. ГИС-оператор загружает карту в файлообменник и предоставляет доступ к файлу своему коллеге – проектировщику способом, согласованным заранее. Ссылку и информацию о нахождении загруженного файла ГИС-оператор может передать релевантным для обоих способом: через мессенджер или по корпоративной почте.

Базовый поток 2 — передача карты для проектирования объекта по электронной почте:

- пользователь осуществляет вход в почтовый ящик;
- система запрашивает логин и пароль учетной записи;
- пользователь вводит логин и пароль учетной записи;
- система проводит процедуру аутентификации;
- система отображает интерфейс электронного ящика;
- пользователь создает новое письмо;
- пользователь загружает файл с картой или ссылку на файл с картой;
- пользователь вводит адрес электронной почты проектировщика;
- система уведомляет пользователя об успешной доставке файла.

Альтернативные потоки: если пользователь ввел неверные значения логина и пароля, система сигнализирует об отказе в доступе, следовательно, необходимо повторить ввод данных.

Предусловие: пользователь и получатель должны иметь учетную запись в любом из электронных ящиков.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента проектировщик получает файл с картой.

Диаграмма деятельности «Передача карты для проектирования объекта через электронную почту» представлена на рисунке 1.6.

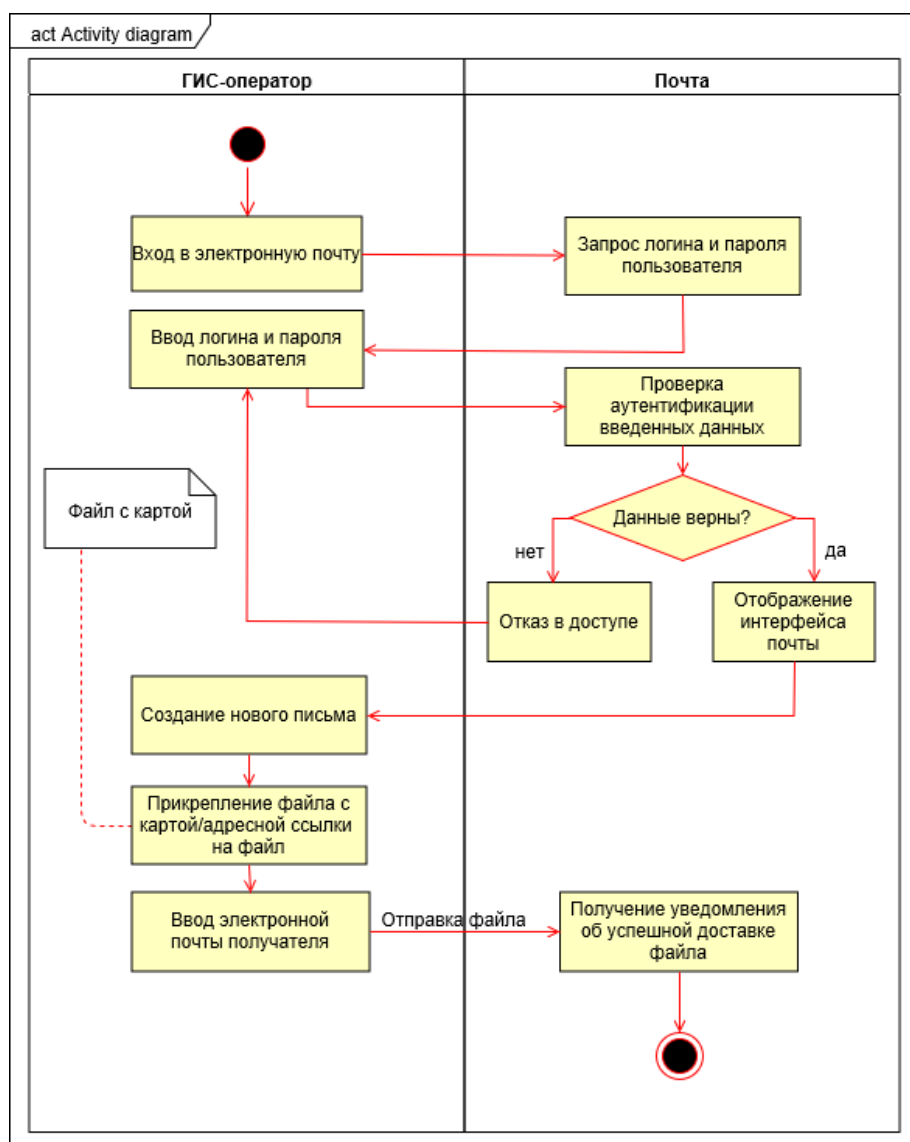


Рисунок 1.6. Диаграмма деятельности «Передача карты для проектирования объекта через электронную почту»

Данная диаграмма описывает действия ГИС-оператора при взаимодействии с электронной почтой для загрузки файла с участком карты с дальнейшей передачей проектировщику. ГИС-оператор загружает файл с картой в письмо и отправляет его по электронной почте проектировщику.

Базовый поток 3 — передача карты для проектирования объекта через FTP-протокол:

- пользователь осуществляет вход в FTP-клиент;
- система запрашивает адрес, логин и пароль сервера;
- пользователь вводит адрес, логин и пароль сервера;
- система проводит процедуру аутентификации;

- система обеспечивает подключение к серверу;
- пользователь загружает файл с картой на сервер;
- система показывает наличие загруженного файла пользователю.

Альтернативные потоки: если пользователь ввел неверные значения логина и пароля, система сигнализирует об отказе в доступе, следовательно, необходимо повторить ввод данных.

Предусловие: пользователь и получатель должны иметь настроенный FTP-сервер и знать адрес, логин и пароль сервера.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента проектировщик получает файл с картой.

Диаграмма деятельности «Передача карты для проектирования объекта через FTP-протокол» представлена на рисунке 1.7.

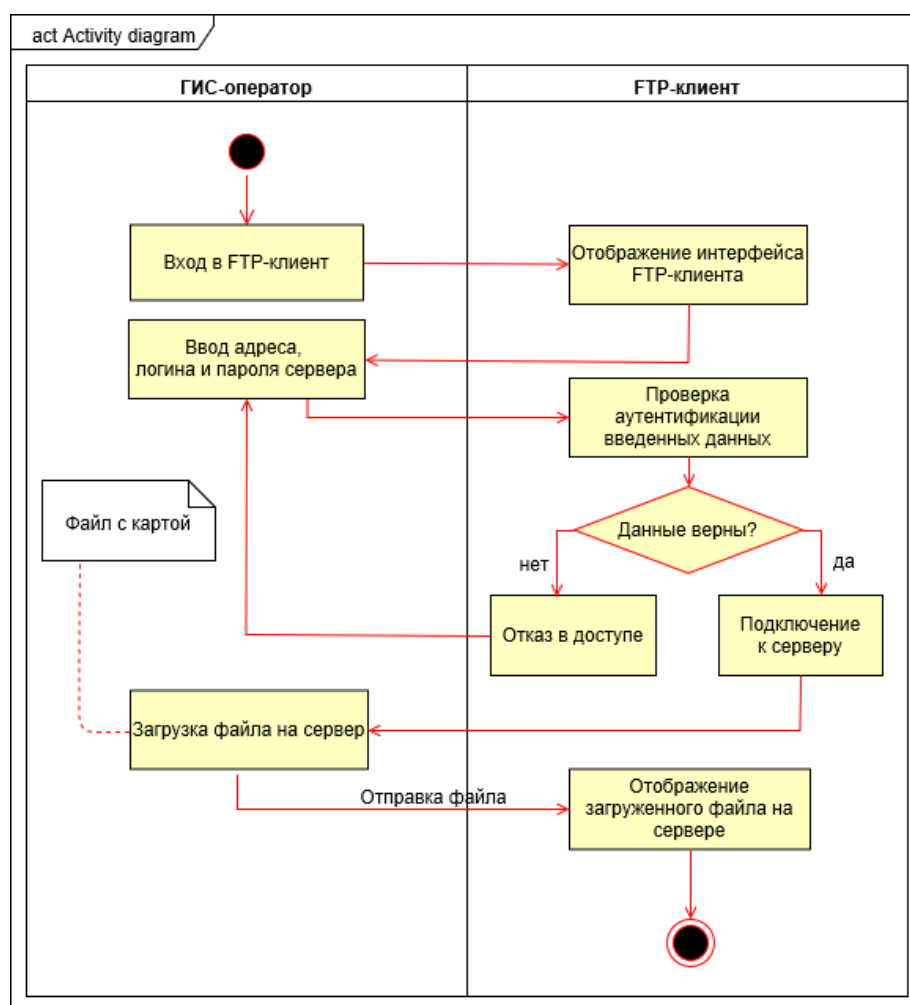


Рисунок 1.7. Диаграмма деятельности «Передача карты для проектирования объекта через FTP-протокол»

Данная диаграмма описывает действия ГИС-оператора при взаимодействии с FTP-клиентом для загрузки файла с участком карты с дальнейшей передачей проектировщику. Для передачи файла с картой данным способом надо иметь заранее настроенный FTP-сервер (например, через FileZilla Server) и знать основные его параметры. После установки FTP-клиента на свой ПК и ввода требуемых системой данных можно загружать и скачивать файлы.

Прецедент 3. Проектирование нового объекта на полученном участке карты

Краткое описание: после отправки ГИС-оператором файла с картой проектировщику необходимо получить его актуальным для него способом: через файлообменник, электронную почту или FTP-сервер. После получения файла с картой проектировщик загружает его в САПР в виде картографической подложки для формирования чертежа нового объекта. Результаты проектирования проектировщик сохраняет в файл для отправки ГИС-оператору.

Действующее лицо прецедента — проектировщик.

Базовый поток — проектирование нового объекта на полученном участке карты:

- пользователь получает файл с картой способом, согласованным заранее с ГИС оператором: через файлообменник, электронную почту или FTP-сервер;
- пользователь совершает вход в САПР;
- система загружает САПР и отображает интерфейс;
- пользователь загружает файл с карту в САПР;
- система отображает карту в качестве картографической подложки;
- пользователь осуществляет проектирование нового объекта;
- система на основе проектирования с использованием инструментов САПР формирует чертеж объекта;
- система осуществляет экспорт чертежа в виде файла.

Альтернативные потоки: если пользователь ввел неверные значения логина и пароля в почтовом ящике или FTP-клиенте, система сигнализирует об отказе в доступе, следовательно, необходимо повторить ввод данных.

Предусловие: пользователь должен знать способ передачи файла и иметь информацию о нахождении файла.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента проектировщик формирует чертеж нового объекта.

Диаграммы деятельности «Проектирование нового объекта на полученном участке карты» через файлообменник, почту или FTP-сервер представлены на рисунках 1.8-1.10.

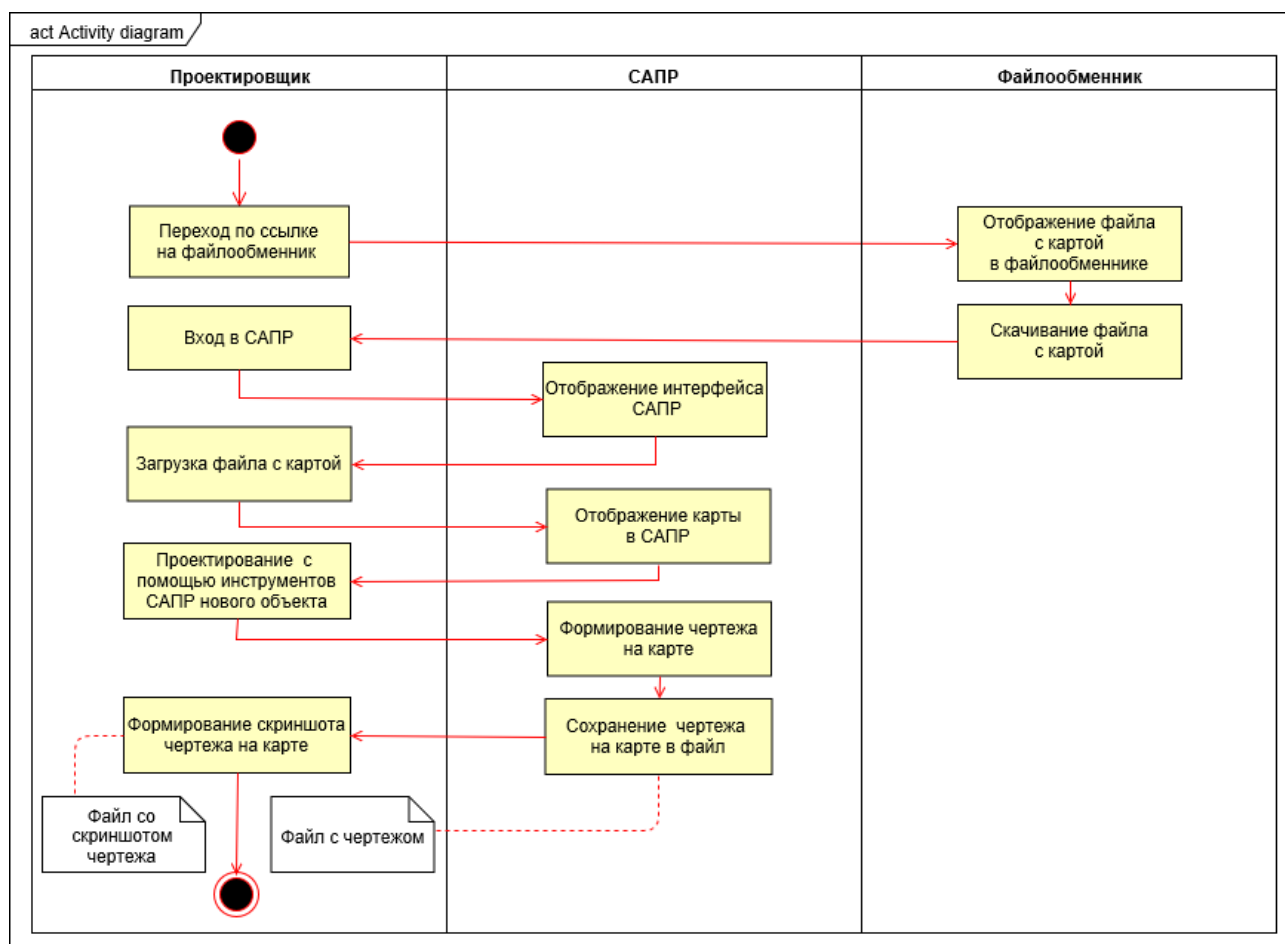


Рисунок 1.8. Диаграмма деятельности «Проектирование нового объекта на полученном участке карты по файлообменнику»

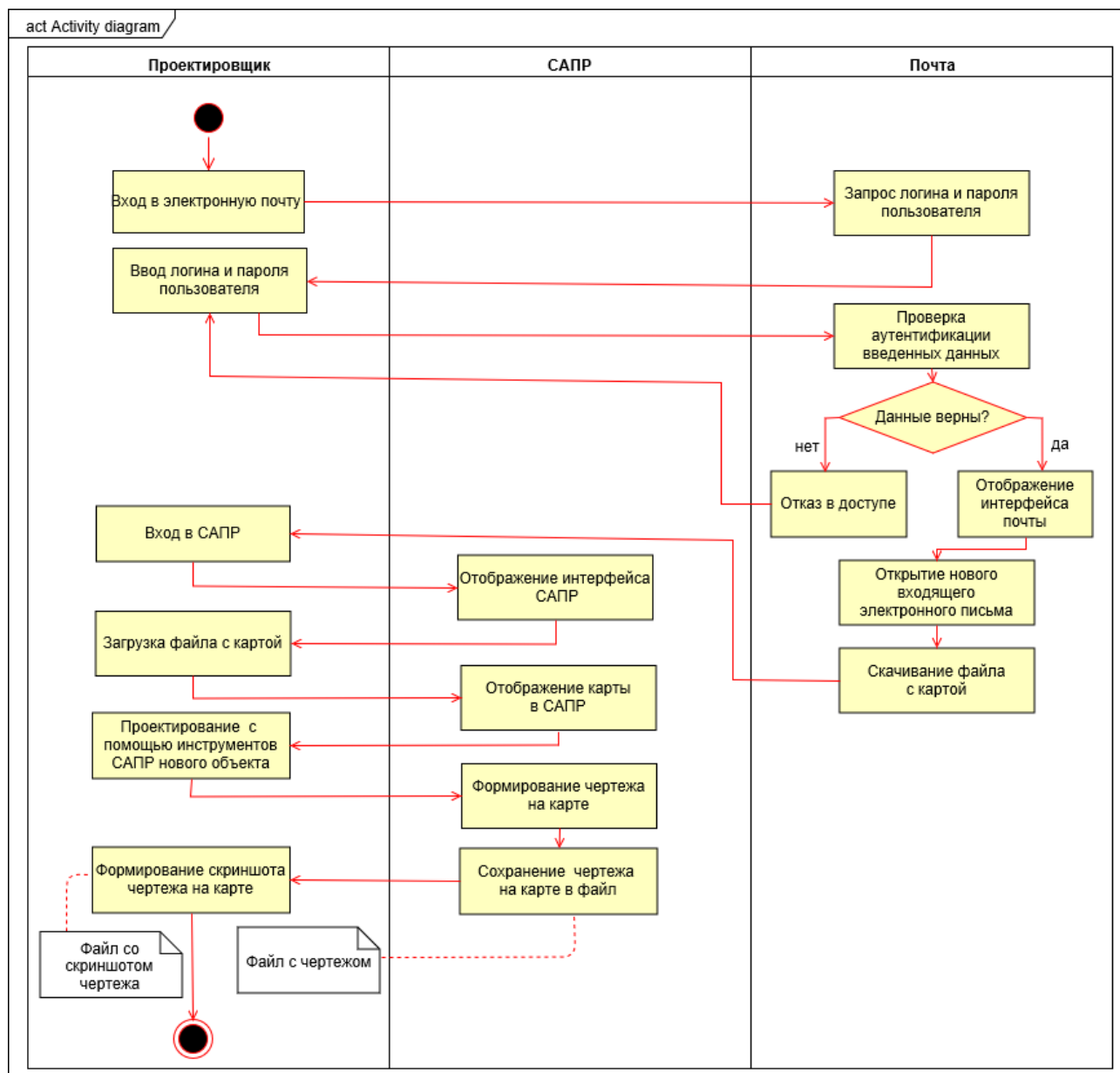


Рисунок 1.9. Диаграмма деятельности «Проектирование нового объекта на полученном участке карты по почте»

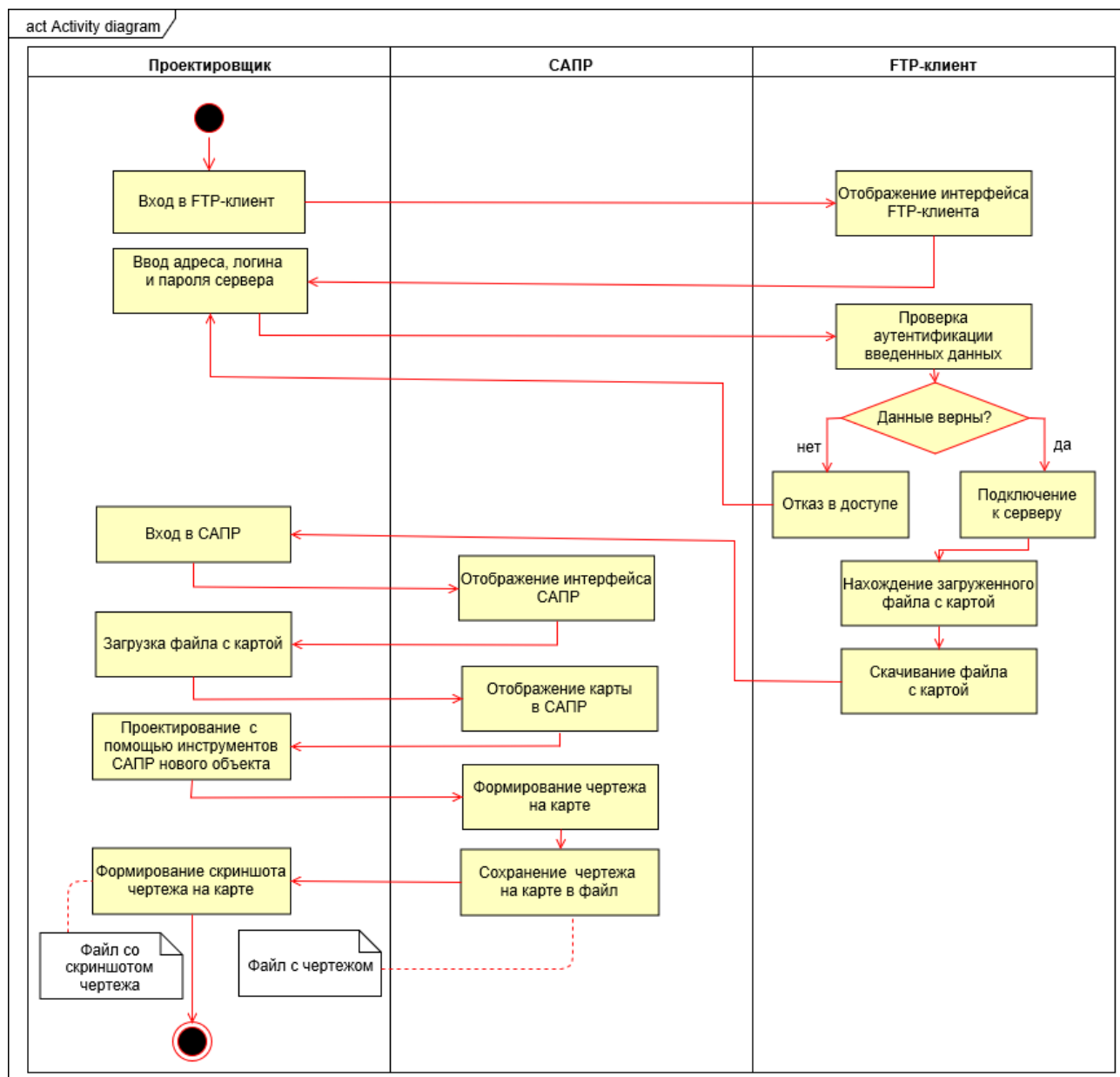


Рисунок 1.10. Диаграмма деятельности «Проектирование нового объекта на полученном участке карты по FTP-серверу»

Данные диаграммы описывает действия проектировщика при взаимодействии с САПР и средствами обмена картографическими данными для загрузки файла с участком карты в САПР для создания чертежа нового объекта. После получения файла осуществляется вход в САПР и загрузка карты в качестве картографической подложки, на которой будет осуществлено проектирование нового объекта. После формирования чертежа система позволяет сохранить его в файл для отправки в ГИС. Для проверки корректности отображения в ГИС формируется скриншот чертежа.

Прецедент 4. Передача файла с чертежом ГИС-оператору

Краткое описание: файл с чертежом со скриншотом чертежа нужно передать ГИС-оператору для завершения процесса проектирования нового месторождения. Все процессы передачи чертежа аналогичны процессам, описанных в диаграмме для прецедента №2. Отличия состоят в том, что вместо ГИС-оператора эти действия выполняет проектировщик и вместо файла с картой передаются чертеж на карте и скриншот чертежа.

Действующее лицо прецедента — проектировщик.

Процесс передачи файлов чертежа и скриншота чертежа будет рассмотрен только через один из способов передачи данных (файлообменник), чтобы наглядно продемонстрировать отличия с прецедентом №2. В остальном процесс обмена данными будет аналогичен процессу, рассмотренному в прецеденте №2.

Базовый поток — передача файла с чертежом ГИС-оператору через файлообменник:

- пользователь совершает вход в файлообменник;
- система запрашивает логин и пароль учетной записи;
- пользователь вводит логин и пароль учетной записи;
- система проводит процедуру аутентификации;
- система отображает интерфейс файлообменника;
- пользователь загружает файлы с чертежом и скриншотом чертежа в файлообменник;
- система позволяет пользователю настроить уровень доступа к файлу: либо выдавая ссылку с адресом нахождения загруженного файла, либо предоставляя доступ через почту;
- пользователь отправляет ссылку на загруженный файл ГИС-оператору, либо вводит почтовый адрес для предоставления доступа к файлу.

Альтернативные потоки: если пользователь ввел неверные значения логина и пароля в почтовом ящике или FTP-клиенте, система сигнализирует об отказе в доступе, следовательно, необходимо повторить ввод данных.

Предусловие: пользователь должен согласовать способ передачи файлов с получателем – ГИС-оператором.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента ГИС-оператор получает чертеж и скриншот с чертежом для проверки корректности отображения в ГИС.

При рассмотрении вопросов обмена картографическими данными можно заметить, что в каждом способе передачи данных имеются свои преимущества и недостатки. Использование данных способов обмена данными не требует личного контакта, обеспечивает надежное хранение большого количества информации, а также передачу информации. Обмен данными по почте универсален и давно практикуется различными организациями, но при хорошей плотности поступления электронных писем некоторые важные сообщения могут затеряться, поэтому в данной задаче это будет вызывать некоторые неудобства. Использование файлообменников в задачах обмена данными позволяет хранить много информации и довольно структурировано, но в тоже время использование различных файлообменников запутает пользователей большим количеством сохраненных файлов с картами. Обмен данными по FTP очень удобен тем, что данный протокол специально создавался для загрузки файлов в массовом порядке, при этом под каждого пользователя можно настроить права доступа папок и файлов, но в данном случае предполагается массовый доступ к картографической информации, поэтому рациональнее использовать HTTP протокол. Основная проблема состоит в том, что во всех способах задействуются большое количество ресурсов, лишние временные затраты и возможна потеря некоторых данных при передаче файлов, поэтому для экономии времени и удобства работы с системой требуется автоматизация процесса.

Прецедент 5. Прием и проверка отображения чертежа на карте в ГИС

Краткое описание. После того, как проектировщик отправил файлы, ГИС-оператору нужно принять эти файлы актуальным для него образом. Файл с чертежом будет открыт с помощью ГИС, а скриншот с чертежом позволит проверить наличие всех элементов нового объекта

Действующее лицо прецедента — ГИС-оператор.

Базовый поток — прием и проверка отображения чертежа на карте в ГИС:

- пользователь скачивает файлы, полученные от проектировщика через актуальный для него источник;
- пользователь осуществляет вход в ГИС;
- система отображает интерфейс ГИС;
- пользователь осуществляет загрузку чертежа в ГИС;
- система осуществляет загрузку и отображение чертежа в ГИС;
- пользователь сравнивает отображение результатов чертежа со скриншотом чертежа для проверки корректности данных. В случае корректности всех данных процесс успешно завершается, в ином случае чертеж отправляется на доработку.

Альтернативные потоки: в случае потери некоторых данных производится формирование скриншота и отправка сообщение проектировщику о доработки чертежа.

Предусловие: пользователь должен знать способ передачи файла и иметь информацию о нахождении файла.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента ГИС-оператор имеет готовый чертеж нового объекта и может передавать результаты проектирования в непосредственную разработку.

Диаграммы деятельности «Прием и проверка отображения чертежа на карте в ГИС» при использовании почты, FTP-сервера или файлообменника представлены на рисунках 1.11-1.13.

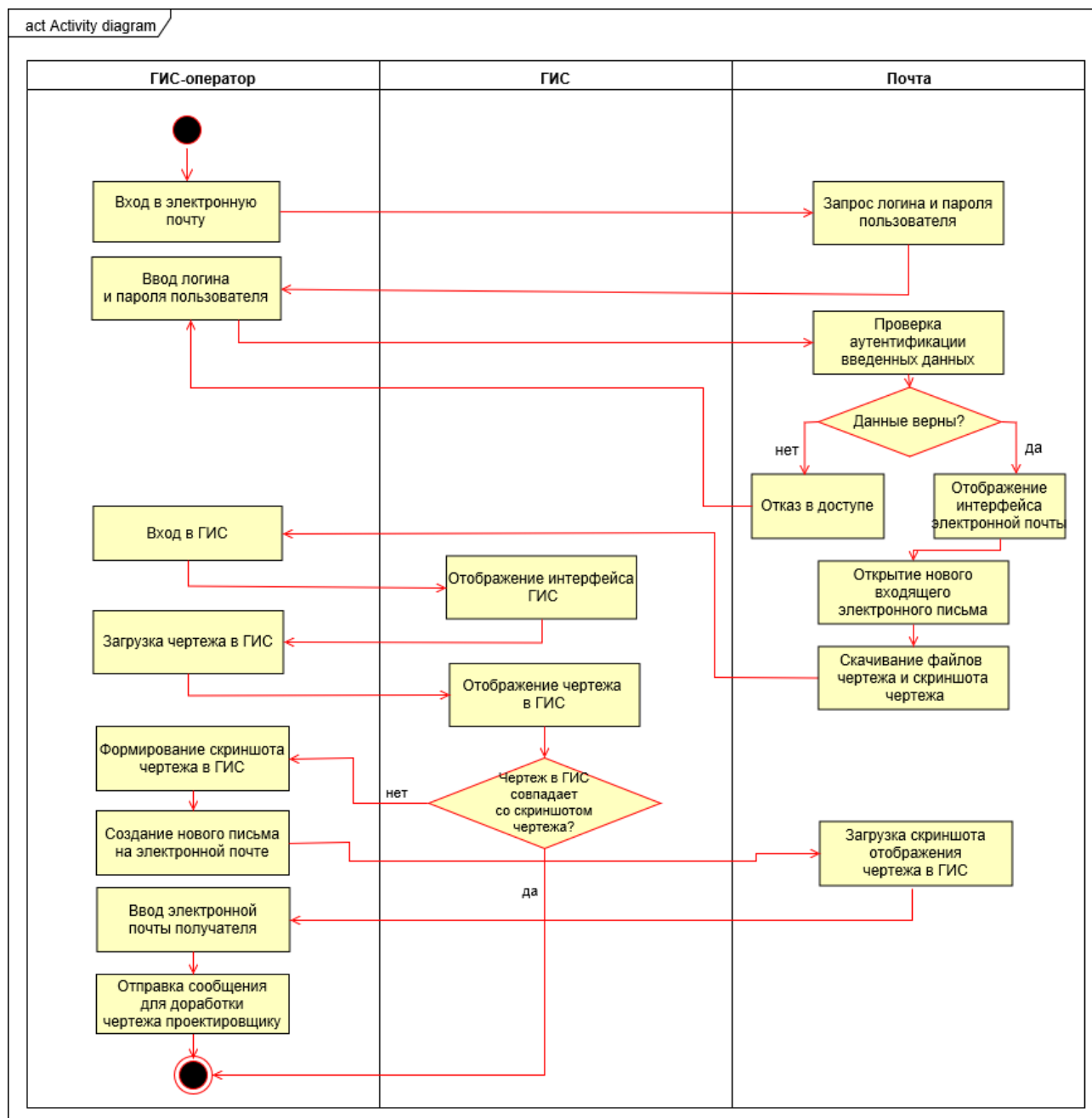


Рисунок 1.11. Диаграмма деятельности «Прием файла по почте и проверка отображения чертежа на карте в ГИС»

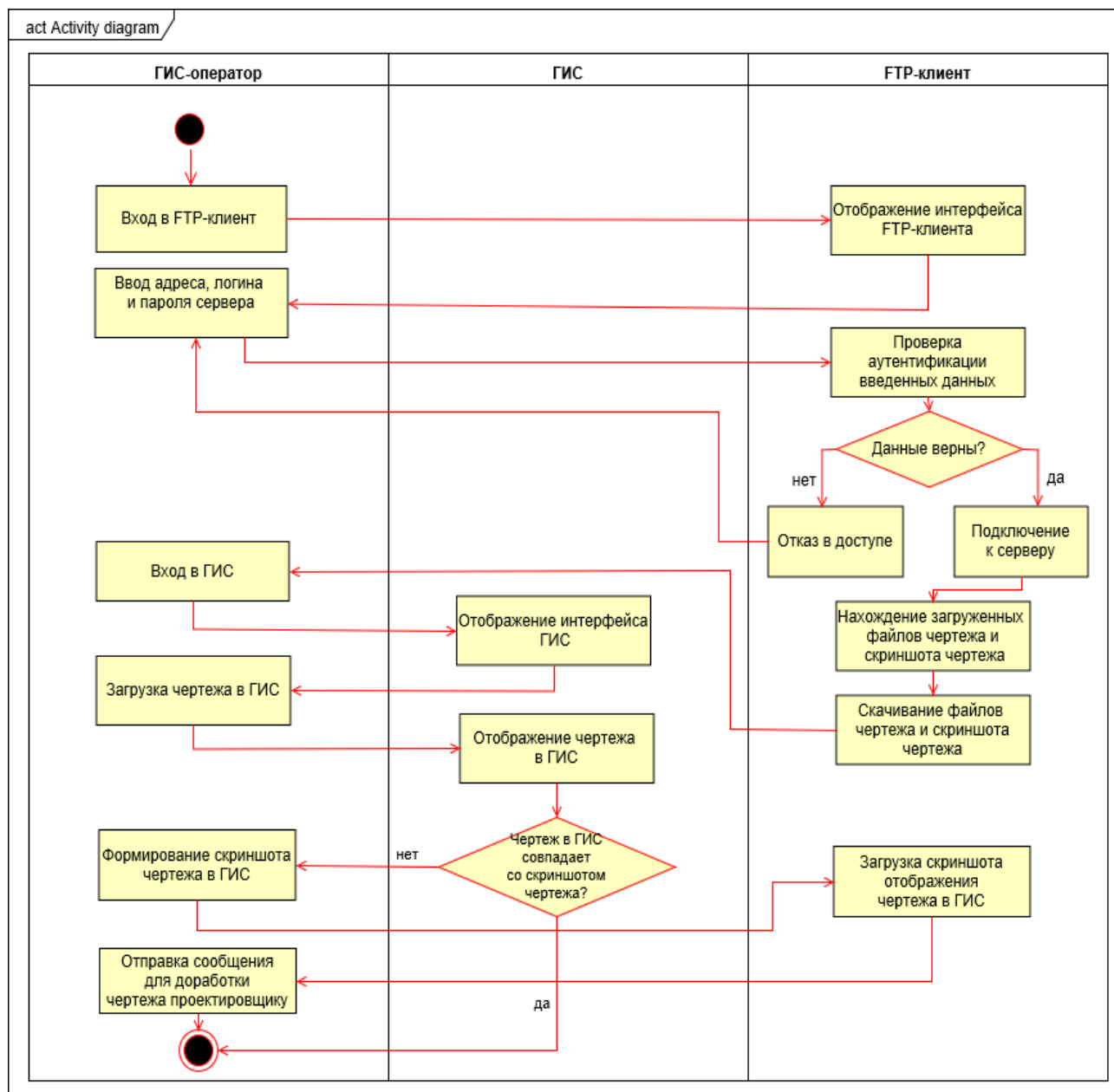


Рисунок 1.12. Диаграмма деятельности «Прием файла через FTP и проверка отображения чертежа на карте в ГИС»

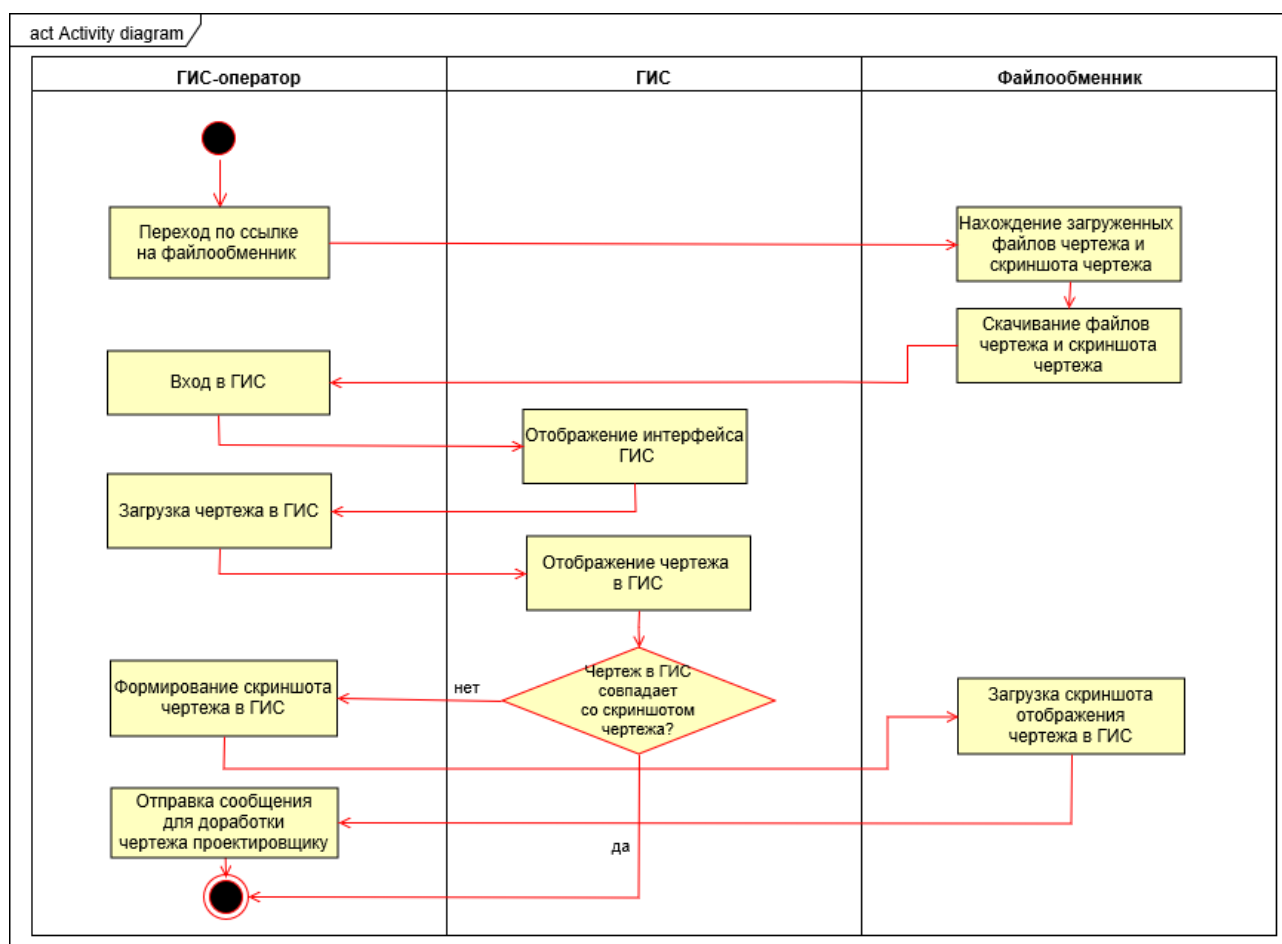


Рисунок 1.13. Диаграмма деятельности «Прием файла с файлообменника и проверка отображения чертежа на карте в ГИС»

Данные диаграммы описывает действия ГИС-оператора при взаимодействии с ГИС и средствами обмена картографическими данными для загрузки файла чертежа в ГИС для проверки отображения в системе. После получения файла осуществляется вход в ГИС и загрузка чертежа. Визуальная проверка загруженного файла со скриншотом позволит выявить потерю данных в процессе импорта при наличии таковых. В случае выявления таких несоответствий чертеж отправляется на доработку проектировщику, а в случае корректности всех данных процесс завершается [3-4].

1.3. Результаты исследования бизнес-процессов предприятия

При изучении бизнес-процессов предприятия была изучена проблема передачи картографических данных между исполнителями, находящимися в разных подразделениях. Учитывая ситуацию, когда подразделения могут быть

расположены в разных частях города или разных городах, был исключен вариант личной встречи. Именно поэтому передача данных через носитель информации была исключена. В результате были взяты наиболее оптимальные средства обмена картографическими данными в задаче проектирования промышленных объектов: файлообменник, электронная почта и FTP-протокол.

Для оценки целесообразности вышеперечисленных средств обмена данных между системами были сформированы критерии (табл. 1.1):

- возможность обмена данными без личной встречи исполнителей;
- обмен данными не должен превышать 20 секунд;
- возможность передачи файлов без сохранения на ПК;
- задействование только одного исполнителя при передаче файлов;
- гарантированная доставка файла получателю;
- отсутствие возможности потери данных при передаче файла.

Таблица 1.1. Сравнение средств обмена данными

Критерии	Файлообменник	Электронная почта	Через клиент по FTP
Возможность обмена данными без личной встречи исполнителей	+	+	+
Обмен данными не должна превышать 20 секунд	-	-	+
Возможность передачи файлов без сохранения на ПК	-	-	-
Задействование только 1 исполнителя при передаче файлов	-	-	-
Гарантированная доставка файла получателю	+	-	+
Отсутствие возможности потери данных при передаче файла	-	-	+

На основании приведенных выше критериев можно сделать вывод о том, что данные средства обмена данными не удовлетворяют требованиям заказчика. Если использование сторонних ресурсов требует задействование больших ресурсов, увеличивает время обмена данными и допускает возможность потери данных, необходимо автоматизация обмена картографическими данными между системами.

Наличие быстрых и эффективных средств конвертации с гибкими и адаптивными настройками, инструментов автоматизированного создания и актуализации данных позволило бы сократить количество повторяющихся задач и, как следствие, снизить временные, человеческие и финансовые затраты организации. Стоит заметить, что использование конверторов и обмен данными между настольными инструментами типа ГИС и САПР не удовлетворяет критерию № 3. Поэтому автоматизировать обмен картографическими данными можно с помощью передачи картографических данных напрямую между системами, учитывая конвертирование данных в единый формат [5, 7].

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. Оптимизация бизнес-процессов предприятия для автоматизированного обмена картографическими данными между системами

Детальное описание бизнес-процессов при проектировании промышленного объекта в нефтегазовой отрасли выявило ряд проблем, связанных с обменом картографическими данными, а также разнородностью представленных данных.

Сведения, используемые группами ГИС для планирования и анализа, зачастую воссоздаются инженерами на этапе проектирования. Аналогично, специалисты ГИС находят возможность импорта сведений САПР в свои системы. При этом нередки потери важных технических данных, например, текстовых пояснений и размеров, являющихся неотъемлемой частью чертежей САПР. Однако текст и размеры не сохраняются в приложениях ГИС или не распознаются ими. Следовательно, конвертация данных позволит снизить потери данных при передаче и использовании разнородных форматов в разных системах.

Необходимость конвертации может быть обусловлена различными причинами. Наиболее распространёнными из них являются:

- другой формат хранения данных, используемый в другой организации или подразделении (отделе);
- необходимость использования инструментария, реализованного в другой программной системе;
- неудобство использования (или недостаточная компетентность специалиста);
- отсутствие приобретённых коммерческих лицензий на использование продукта;
- необходимость изменения оформления уже существующего чертежа согласно новому корпоративному стандарту с использованием классификатора цифровой информации;

- другие причины (бизнес-процессы в разных проектных институтах сложно формализовать в единую систему, поэтому возможен ещё целый ряд причин, актуальных для конкретной организации) [5].

Проектировщикам для облегчения процесса проектирования в САПР нужна картографическая информация. С другой стороны, сотрудники, занимающиеся эксплуатацией данных объектов, должны в геоинформационных системах видеть результаты проектирования, созданные в САПР. В связи с этим возникает задача обмена информации между специалистами, работающими в разных структурных подразделениях для того, чтобы проектировщик в САПР мог подгрузить картографическую подложку, спроектировать изменения и выгрузить обратно в ГИС.

После описания бизнес-процессов предприятия в задаче проектирования новых промышленных объектов можно выявить определенные процессы:

- 1) процесс импорта картографической подложки¹ в САПР осуществляется вручную пользователем с использованием не совсем удачных механизмов обмена информацией при больших ресурсных затратах;
- 2) процесс экспорта чертежа из САПР совершается с сохранением чертежа в файл, как в ситуации с импортом.

Как было описано в разделе № 1, использование описанных средств обмена данными повышает риск потери некоторых данных и не влияет на проблему загрузки файлов в разнородных системах. Именно поэтому данные должны подлежать конвертации. Конвертация данных должна сопровождаться удобством работы участников проекта и экономией ресурсов, поэтому проблему обмена данными рациональнее решать на программном уровне, а интеграция с ГИС и САПР позволит повысить удобство работы проектировщика и ГИС-оператора.

На основании рассмотренных ранее бизнес-процессов была показана неэффективность при обмене картографических данных между исполнителями, поэтому автоматизация обмена данных будет представлять собой

¹ Картографическая подложка (базовая карта) – «фоновое изображение» для пространственных данных.

интеграционное решение, которые будет производить обмен данными напрямую между системами.

Таблица 2.1. Сравнение средств обмена данными

Критерии	Файлообменник	Электронная почта	Через клиент по FTP	Интеграционное решение
Возможность обмена данными без личной встречи исполнителей	+	+	+	+
Обмен данными не должна превышать 20 секунд	-	-	+	+
Возможность передачи файлов без сохранения на ПК	-	-	-	+
Гарантированная доставка файла получателю	+	-	+	+
Задействование только 1 исполнителя при передаче файлов	-	-	-	+
Отсутствие возможности потери данных при передаче файла	-	-	+	+

Автоматизации будет подлежать 2 процесса, исходя из поставленных выше проблем:

- 1) процесс импорта картографической подложки из ГИС (будут объединены прецеденты №1 и №2);
- 2) процесс экспорта чертежа в ГИС (будут объединены прецеденты №4 и №5).

Проектировщику в САПР для выполнения его задачи необходимо получать картографическую подложку с ГИС. Автоматизации в данном блоке процессов будет подлежать процесс импорта картографической подложки в САПР. Стоит учесть тот факт, что при автоматизированном обмене информацией проектировщик не будет нуждаться в ГИС-операторе, то есть при запросе необходимых ему данных сервис будет предоставлять ответ в виде

картографической подложки. При этом не требуется сохранение файла на компьютер, не будет затрачено время на ожидание ответа от ГИС-оператора, загрузку и выгрузку файла при процессе передачи. В таблице №1 приведены процессы импорта, которые подлежат автоматизации (процесс импорта до оптимизации) и автоматизированные процессы импорта при использовании интеграционного сервиса.

Таблица № 2.2. Автоматизация процессов экспорта карты из ГИС

Процесс экспорта до оптимизации	Процесс экспорта после оптимизации
1. Запрос участка карты 2. Отправка данных об участке карты ГИС-оператору 3. Формирование представления карты 4. Сохранение участка карты в файл 5. Отправка файла проектировщику в САПР 6. Загрузка картографической подложки в САПР	1. Запрос участка карты 2.1. Ввод координат границ интересующего участка карты 2.2. Выбор карты для загрузки 3. Загрузка картографической подложки в САПР

При получении карты проектировщик будет иметь возможность выбора загружаемой подложки для дальнейшего проектирования чертежа. Процесс проектирования нового объекта (чертежа) на подложку не подлежит автоматизации, так как в процессе проектирования необходимо вмешательство проектировщика в САПР для дальнейшей передачи чертежа в ГИС [3-4].

Таблица № 2.3. Автоматизация процессов импорта чертежа в ГИС

Процесс импорта до оптимизации	Процесс импорта после оптимизации
1. Сохранение чертежа в файл 2. Отправка файла через локальный файлообменник или передача файла через носитель информации ГИС-оператору 3. Загрузка файла в ГИС для проверки отображения	1. Инициация процесса экспорта файла 2. Преёдоставление списка карт и слоев для загрузки чертежа 3. Отправка чертежа в ГИС 4. Загрузка файла в ГИС для проверки отображения

После того, как были оптимизированы процессы импорта картографической подложки и экспорта чертежа, необходимо сформировать бизнес-процессы при постановке задачи проектирования нового объекта с применением интеграционного решения. Данный процесс будет представлен в виде 3 прецедентов:

- 1) импорт картографической подложки из ГИС;
- 2) проектирование нового объекта;
- 3) экспорт чертежа в ГИС.

Прецедент 1. Импорт картографической подложки из ГИС

Краткое описание: интеграционное решение представляет собой программу, позволяющую запрашивать участок карты из ГИС по координатам. Пользователь запрашивает карту, на которой будет вестись дальнейшее проектирование.

Действующее лицо прецедента — проектировщик.

Базовый поток — импорт картографической подложки из ГИС:

- пользователь совершает вход в программу интеграционного решения;
- система отображает интерфейс пользователя интеграционного решения;
- пользователь осуществляет запрос интересующего участка карты по координатам границ;
- система запрашивает участок карты с определенными координатами из ГИС;
- система проверяет корректность заданных координат и подключает к сервису;
- пользователь осуществляет выбор участка карты из списка;
- система отображает загруженную карту.

Альтернативные потоки: координаты участка карты система проверяет на корректность. Если координаты участка карты соответствуют реальным, то система запрашивает карту, в противном случае система отказывает доступ к сервису.

Предусловие: пользователь должен знать координаты запрашиваемого участка карты.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента пользователь получает участок карты для дальнейшего проектирования.

Описанная диаграмма деятельности представлена на рисунке 2.1.

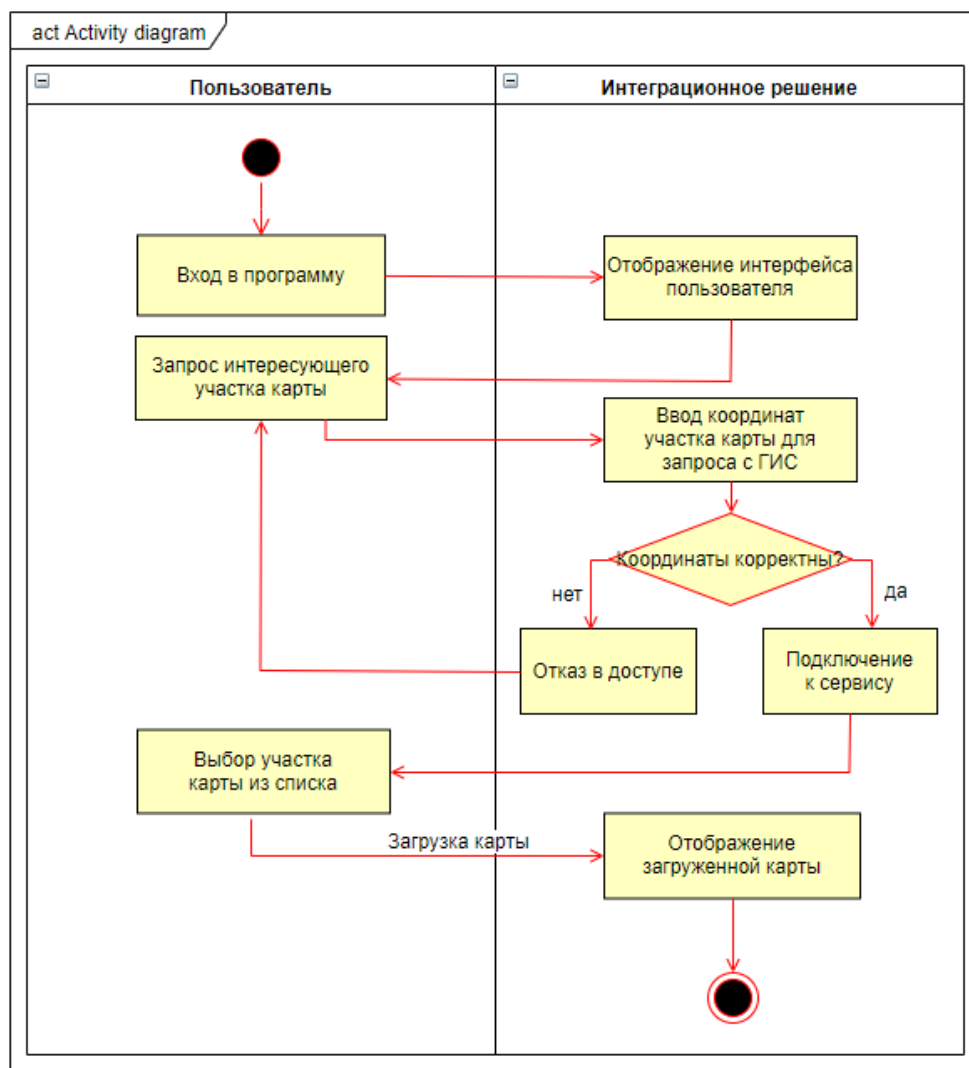


Рисунок 2.1. Диаграмма деятельности «Импорт картографической подложки из ГИС»

Прецедент 2. Проектирование нового объекта

Краткое описание: аналогично прецеденту до автоматизации.

Действующее лицо прецедента — проектировщик.

Базовый поток — проектирование нового объекта:

- пользователь осуществляет вход в САПР;

- система отображает загруженную карту в САПР;
- пользователь проектирует новый объект с помощью инструментов САПР;
- система формирует чертеж на карте.

Предусловие: пользователь должен запустить программу интеграционного решения и войти в САПР.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента пользователь сформирует чертеж нового объекта.

Описанная диаграмма деятельности представлена на рисунке 2.2.

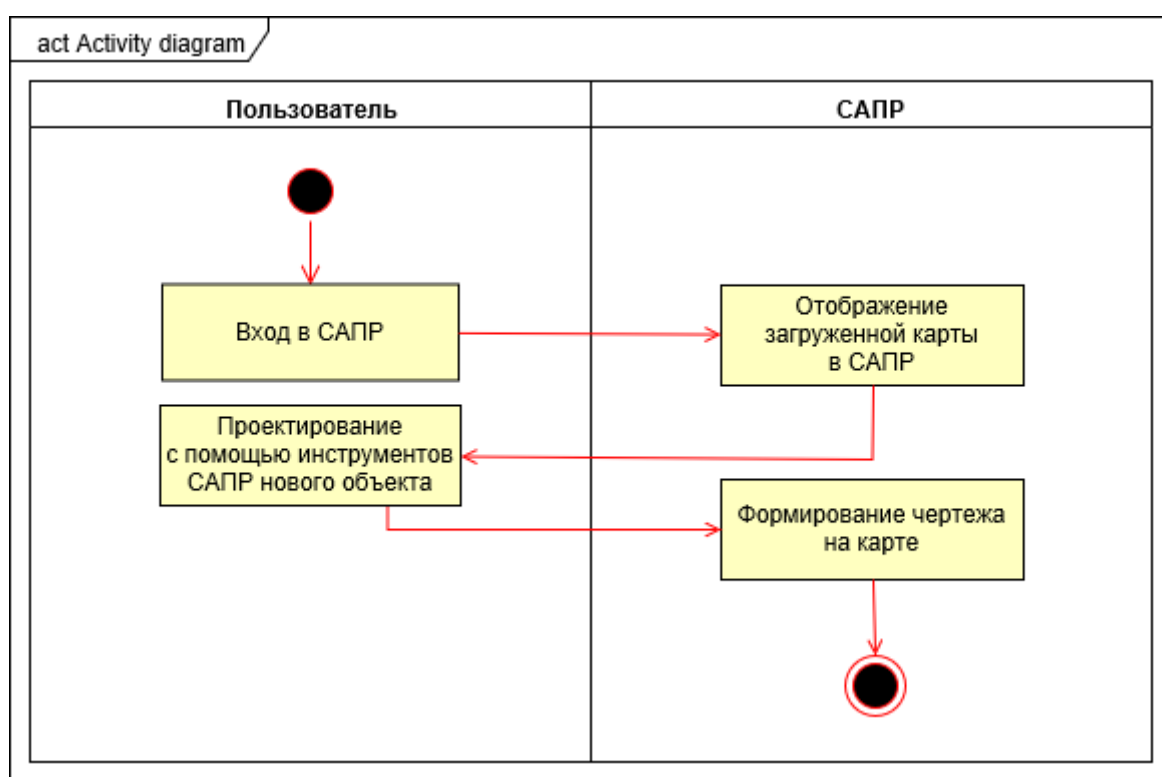


Рисунок 2.2. Диаграмма деятельности «Проектирование нового объекта»

Прецедент 3. Экспорт чертежа из САПР

Краткое описание: для отображения чертежа в ГИС интеграционное решение конвертирует чертеж в некоторый формат данных, который сможет принять и прочитать ГИС-сервер. После получения данных на ГИС-сервере проверяется отображение чертежа в ГИС.

Действующее лицо прецедента — проектировщик.

Базовый поток — экспорт чертежа из САПР:

- пользователь совершает вход в интеграционное решение;
- система совершает команду экспорта чертежа из САПР;
- пользователь выбирает объекты и слои карт для передачи на сервер;
- пользователь осуществляет запуск отправки данных в ГИС;
- чертеж в ГИС проверяется на корректность, в случае возникновения проблем проектировщик дорабатывает чертеж и снова производит экспорт чертежа.

Предусловие: пользователь должен войти в САПР и программу интеграционного решения.

Постусловие: после успешного окончания данного прецедента чертеж в ГИС должен отображаться корректно.

Описанная диаграмма деятельности представлена на рисунке 2.3.

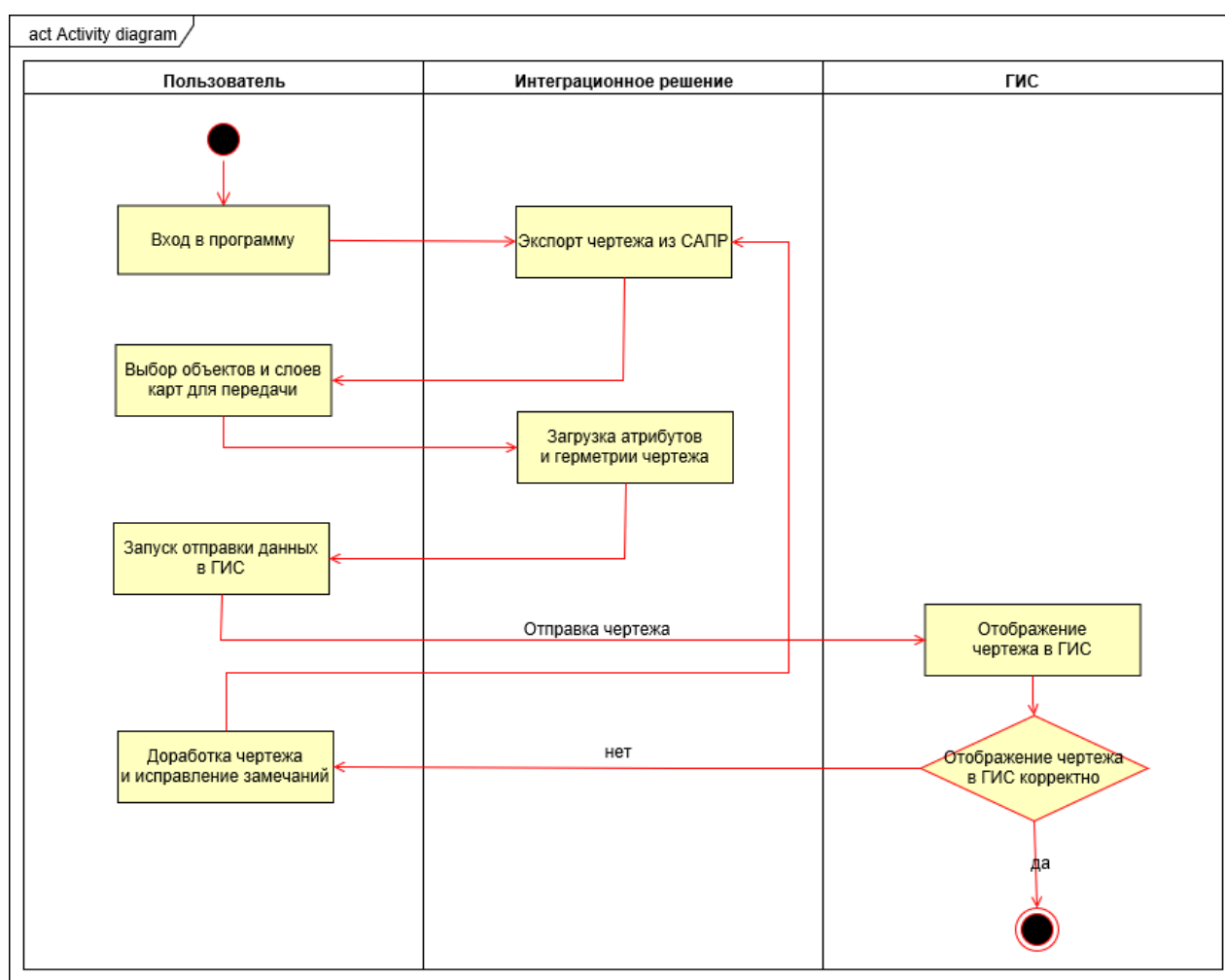


Рисунок 2.3. Диаграмма деятельности «Экспорт чертежа из САПР»

2.2. Требования к интеграционному решению

САПР представляет собой настольное приложение с открытой архитектурой, что представляет наращивать возможности данного приложения и соответственно его функционал.

ГИС представляет собой картографический сервер, из которого будут экспортироваться карты в САПР и в который будет импортироваться чертежи для их отображения на карте.

В предыдущем разделе было описано интеграционное решение, которое производит обмен картографическими данными и результатами проектирования между ГИС и САПР. Для начала стоит выдвинуть гипотезу о том, что интеграционное решение будет представлять собой отдельное приложение, которое будет на входе принимать данные с ГИС и передавать их в САПР и наоборот. Однако это обязует пользователя сохранять результаты своих работы в файл, а только после этого отправлять их на сервер. При этом необходимо будет переключаться между САПР и интеграционным сервисом, что будет крайне неудобно для пользователя. Ввиду того, что многие САПР имеют открытую архитектуру и открытый доступ к своим API, рациональнее будет реализовать модуль расширения для САПР (в дальнейшем – плагин). В результате пользователь должен иметь возможность загружать необходимый участок карты непосредственно из САПР для дальнейшего проектирования, т.е. точка входа должны содержаться непосредственно в САПР [5-6].

Картографическая информация будет запрашиваться в ГИС. Учитывая информацию о том, что на предприятии используется серверная ГИС, а также невозможность передачи данных между настольными ГИС и САПР без сохранения данных в файл, обмен будет происходить между настольной САПР и серверной ГИС. Кроме того, необходимо обеспечить передачу данных между ГИС и САПР в определенном формате. API многих программных продуктов также подразумевает использование HTTP(S) [7] для передачи данных — сами данные при этом могут иметь любой формат, например, XML или JSON [8]. При

этом расширение протокола HTTP(S) можно использоваться для поддержки шифрования в целях повышения безопасности.

Следует предположить, что доступ к платформе можно осуществить непосредственно в плагине. Однако в этом случае для каждой САПР необходимо будет реализовывать свой плагин, что будет нерационально в данном проекте, поэтому общую часть с доступом к картографической информации стоит вынести в отдельную компоненту, которая также будет задавать определенные правила к процессу загрузки картографической информации и учитывать особенности передачи данных в разных плагинах. Ввиду того, что плагин для САПР необходим для работы с САПР, обеспечение передачи данных напрямую в ГИС не представляется возможным, поэтому необходим посредник, который позволит работать не только в локальной сети, но и в условиях, когда проектировщики и ГИС-операторы разделены территориально между собой. В связи с тем, что доступ к ГИС осуществляется по протоколу HTTP(S), то посредник должен представлять собой веб-сервис. Поэтому непосредственный доступ к картографической информации и преобразованием данных будет осуществлять веб-сервис [6].

2.3. Варианты использования предлагаемого решения

Для автоматизации процесса обмена картографических данных между ГИС и САПР было предложено интеграционное решение для обмена данными напрямую между настольным приложением и ГИС-сервером.

На рисунке 2.4 представлена диаграмма вариантов использования (ВИ), с помощью которой можно описать требования к функциональности.

На диаграмме ВИ приведены следующие варианты использования и их взаимосвязи (без этапа проектирования нового объекта):

- связь с ГИС;
- импорт карты в САПР;
- экспорт чертежа из САПР;
- ввод координат границ карты;

- выбор слоя для экспорта из САПР;
- выбор атрибутов чертежа для загрузки;
- выбор слоя для экспорта.

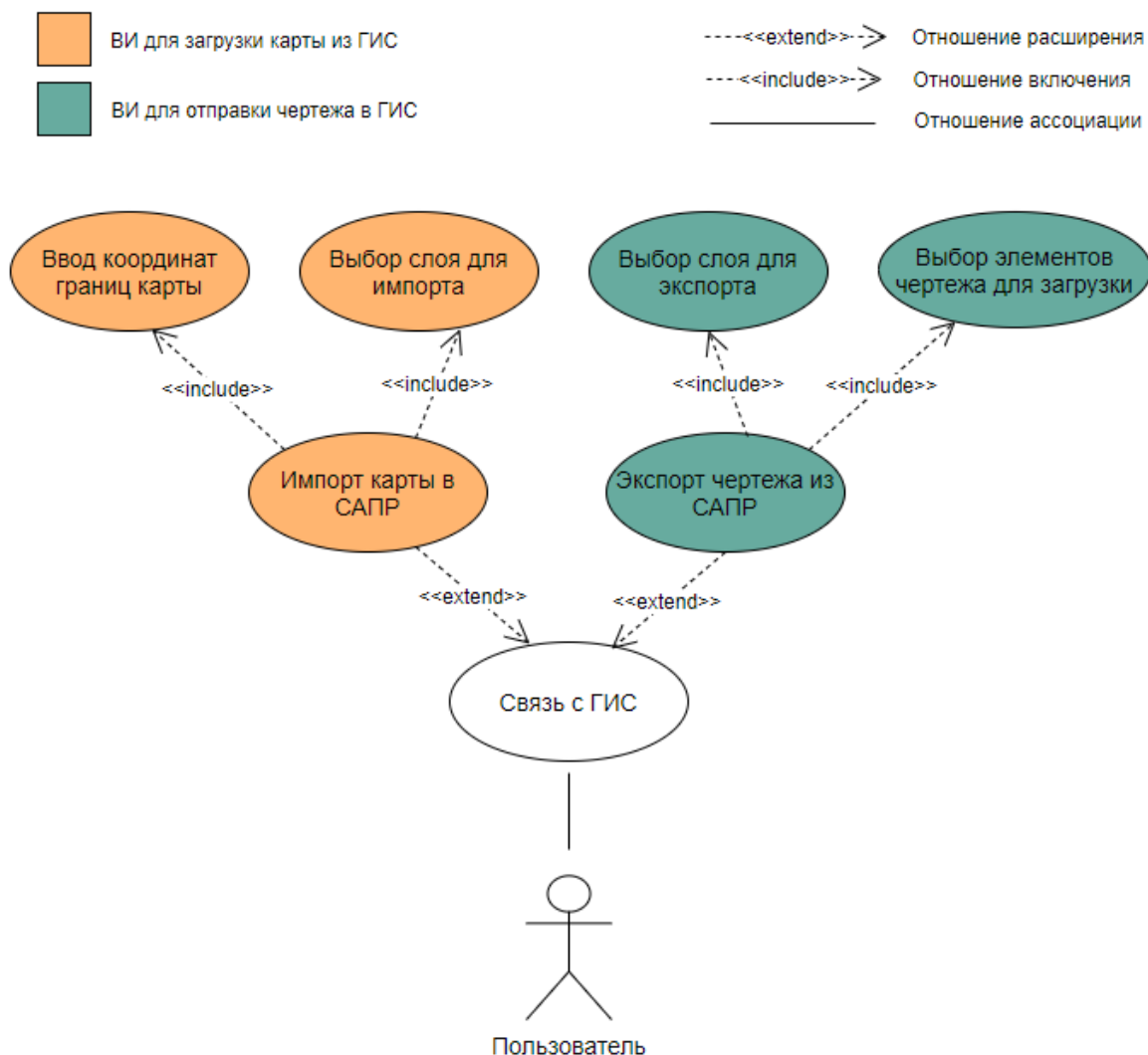


Рисунок 2.4. Диаграмма вариантов использования интеграционного решения

2.4. Архитектурные представления интеграционного решения

На основании сформированных требований к функциональности необходимо разработать архитектуру системы.

Обмен картографическими данными напрямую возможен между настольной САПР и настольной ГИС. Также осуществить непосредственный обмен можно осуществить между настольной ГИС и серверной ГИС. Обмен данными напрямую между настольной САПР и серверной ГИС осуществить

напрямую без посредника невозможно из-за разнородности таких систем и форматов данных.

Для обмена данных между системами через посредника необходимо учесть удаленность отделов ГИС и САПР, поэтому необходимо разработать сервис для обмена данными через интернет (например, веб-сервис). Веб-сервис будет заниматься преобразованием данных между ГИС и САПР, а также загружать картографические данные с ГИС и передавать чертеж из САПР в ГИС, используя API продуктов САПР и ГИС.

Так как в интеграционном решении не требуется сохранение файлов, а просто обеспечить обмен данными, в ГИС не требуется хранилище данных файлов, но требуется база геоданных, где хранится картографическая информация при запросе из САПР [10].

Архитектура интеграционного решения представлена на рисунке 2.5.

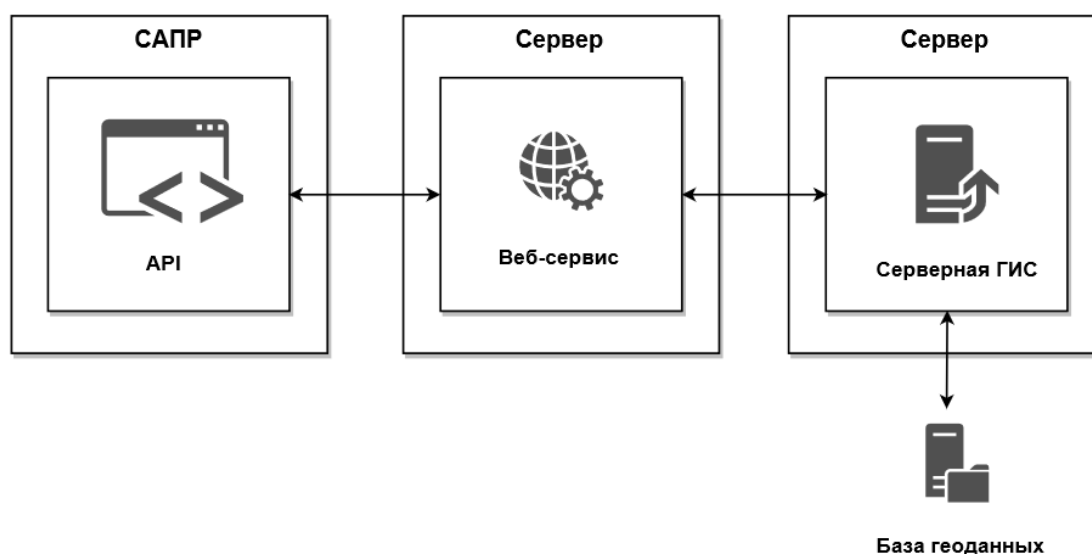


Рисунок 2.5. Архитектурное представление интеграционного решения
(вариант №1)

Необходимо учесть то, что проектировщик может использовать различные настольные САПР, поэтому в серверной части надо учесть наличие модулей, которые будут осуществлять передачу карты из ГИС в САПР и наоборот. Поэтому для каждой настольной САПР будет использоваться свой плагин, который будет выполнять загрузку картографических данных в САПР и

отправлять на серверную ГИС чертеж, выполняя при этом функции веб-сервиса по преобразованию данных между серверной ГИС и настольной САПР [11].

Архитектура интеграционного решения с учетом реализации модулей для САПР представлена на рисунке 2.6.

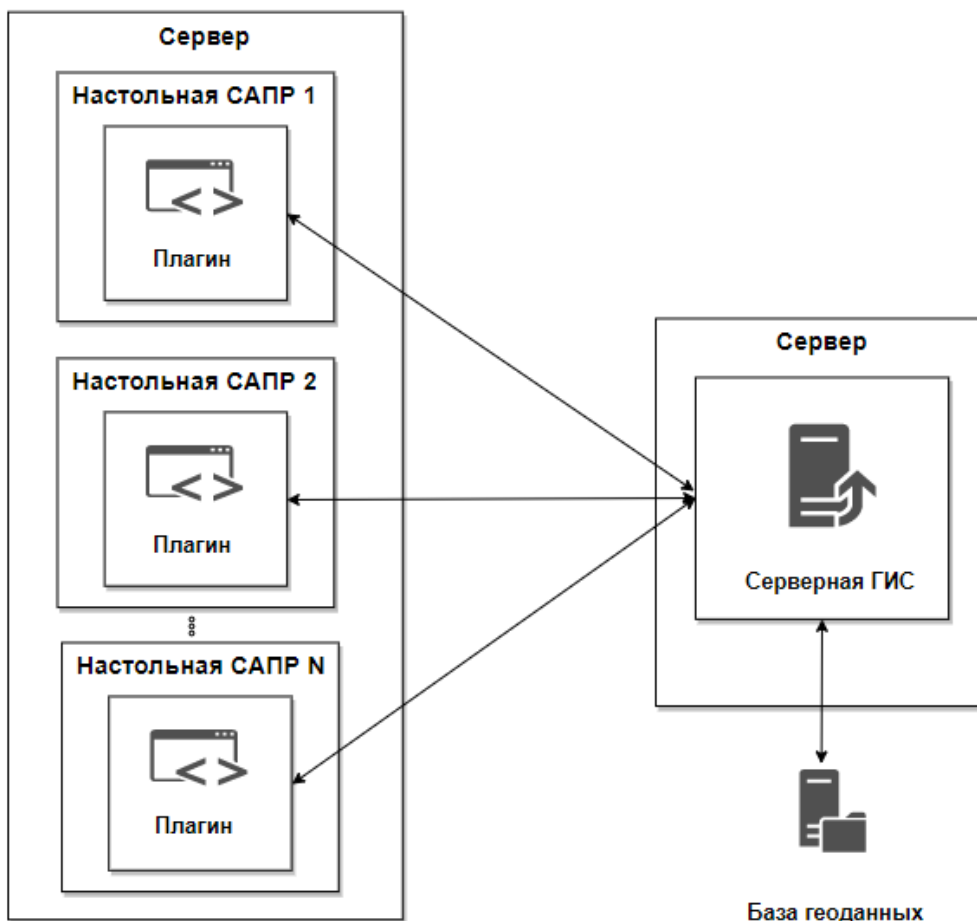


Рисунок 2.6. Архитектурное представление интеграционного решения
(вариант №2)

В разделе 2.2 в качестве одного из требований была возможность пользователю осуществлять прием и отправку картографических данных непосредственно в САПР, поэтому для удобства пользователя возможно использование API САПР для разработки плагина для САПР. Плагин будет осуществлять прием картографических данных по заданным параметрам с ГИС через веб-сервис и загрузку чертежа для отправки в ГИС. В связи с тем, что в плагине проектировщику необходимо задавать параметры для получения необходимого участка карты и загружать данные для отправки в ГИС, данная

компонента должна являться универсальной на каждой настольной САПР. В вышеприведенной архитектуре имеются свои недостатки: в случае изменения настольной САПР для проектирования промышленного объекта необходимо производить изменения в серверной части, что может быть невозможно из-за нахождения в другом офисе, либо по другим причинам. Поэтому рациональнее будет разработать клиентское приложение в виде расширения для настольной САПР, чтобы при изменении настольной САПР можно было переписать часть клиентского приложения, а веб-сервис будет универсальным при передаче данных между системами. Именно поэтому стоит разделить сервер на 2 компоненты: плагин для САПР и веб-сервис.

Архитектурное представление интеграционного решения представлена на рисунке 2.7.

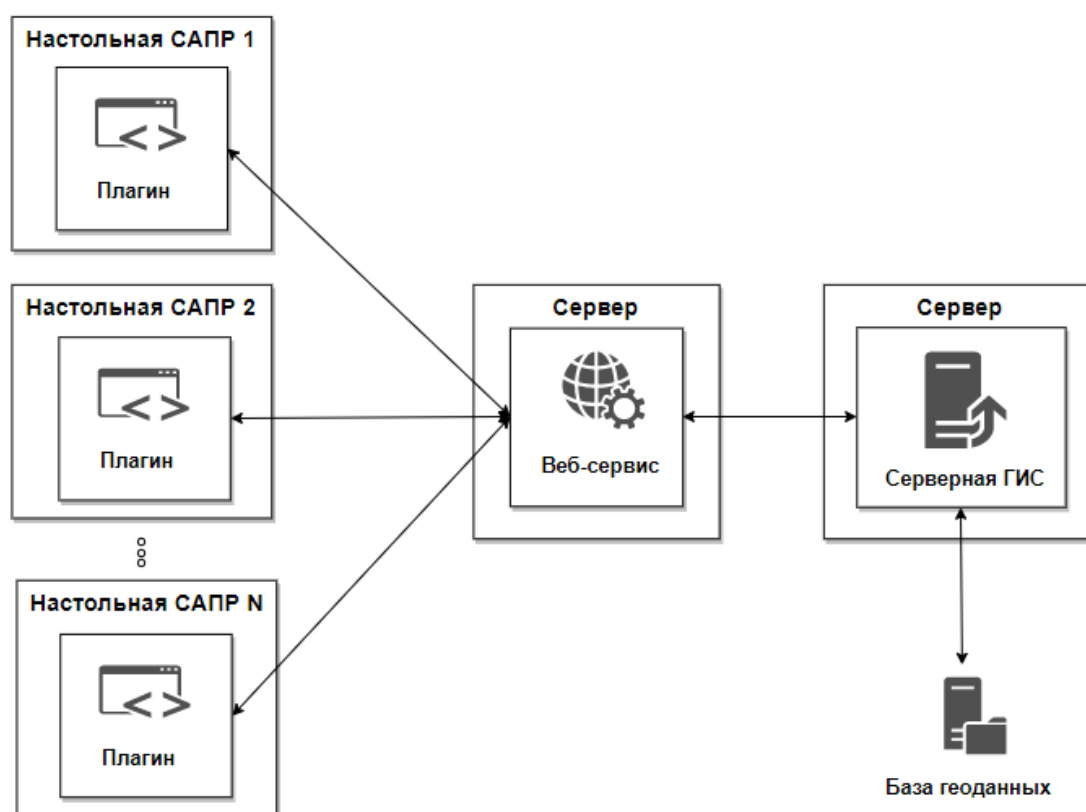


Рисунок 2.7. Архитектурное представление интеграционного решения
(вариант №3 - рекомендуемый)

На основании вышесказанного архитектурное представление интеграционного решения №3 является оптимальным по следующим причинам:

- позволяет использовать плагин для САПР, интегрированный в САПР, что ускоряет скорость загрузки картографической подложки и упрощает работу проектировщику;
- позволяет оптимизировать интеграционное решение за счет того, что плагин возьмет на себя непосредственное взаимодействие с пользователем, а веб-сервис будет представлять набор методов для обмена данными и не требует лишней интерфейсной нагрузки;
- в случае изменения настольной САПР плагин может быть дополнен новыми методами и не требует модернизации веб-сервиса [12].

В итоге, интеграционный сервис будет иметь трехзвенную архитектуру и состоять из следующих компонентов:

- Плагин – дополнительный модуль расширения для настольной САПР, предоставляющий возможность принимать формат данных с ГИС для загрузки карты в САПР и передавать чертеж в ГИС.
- Веб-сервис – веб-приложение, осуществляющее обмен данными между ГИС и САПР.
- Серверная ГИС – сервер обработки геоданных для выполнения базовых операций с картографической информацией.
- База геоданных – база, которая содержит картографические данные.

2.5. Передача картографических данных через WMS и WFS

В настоящее время широкое распространение получили веб-ГИС технологии, в том числе сервисы передачи координатно-привязанной информации через HTTP протокол. В качестве стандартов передачи координатно привязанной информации наиболее популярны – WMS [14], с помощью которого можно передать растровую информацию, генерируемых картографическим сервером на основе данных из произвольных хранилищ и WFS [15], определяющий интерфейсы и операции, которые позволяют запрашивать и редактировать векторные пространственные данные.

Система WMS устроена следующим образом. Существует некий веб-ГИС сервер, в который загружены пространственные данные. Хранить данные на

сервере более разумное решение, если данных много и ими пользуются большое количество пользователей. При добавлении слоя WMS ГИС-оператор использует HTTP ссылку веб-сервиса, по которой САПР запрашивает данные из ГИС. Сервер отдает данные, и они отображаются в САПР.

При использовании сервиса WFS любое приложение, работающее с веб-сервисами, может получать доступ к географическим объектам из карты или многопользовательской базы геоданных. В отличие от WMS, который возвращает изображение карты, сервис WFS возвращает фактические объекты с геометрией и атрибутами, которые клиенты могут использовать в любом типе геопространственного анализа. Сервисы WFS также поддерживают фильтры, позволяющие пользователям выполнять пространственные и атрибутные запросы к данным. Для импорта чертежа в ГИС будет выбираться слой, по которому происходит экспорта данных с САПР, HTTP ссылка веб-сервиса для приема чертежа, а также выбор системы координат для отображения [13-15].

2.6. Проектирование компонент интеграционного решения

2.6.1. Проектирование интерфейсов плагина для САПР

Интерфейс плагина для САПР будет представлять собой рабочее поле в САПР, которое будет отображать интерфейс для обмена картографическими данными: кнопку «Импорт» для импортирования файла подложки с ГИС и кнопку «Экспорт» для экспортирования файл подложки с топографическим чертежом в ГИС (рис. 2.8).

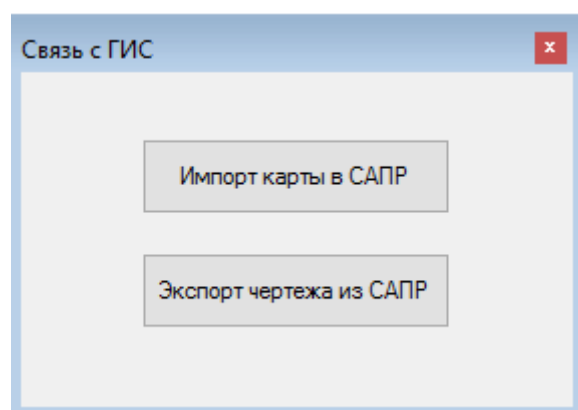


Рисунок 2.8. Макет плагина в САПР

При импорте данных из ГИС плагин будет принимать формат WMS подложки, которая будет запрошена веб-сервисом в ГИС и открывать этот формат в САПР в виде растрового изображения, при этом надо учесть особенности открытия формата в разных САПР. В результате должен открыться файл подложки, на который можно будет накладывать чертеж (план) проектируемого объекта [16].

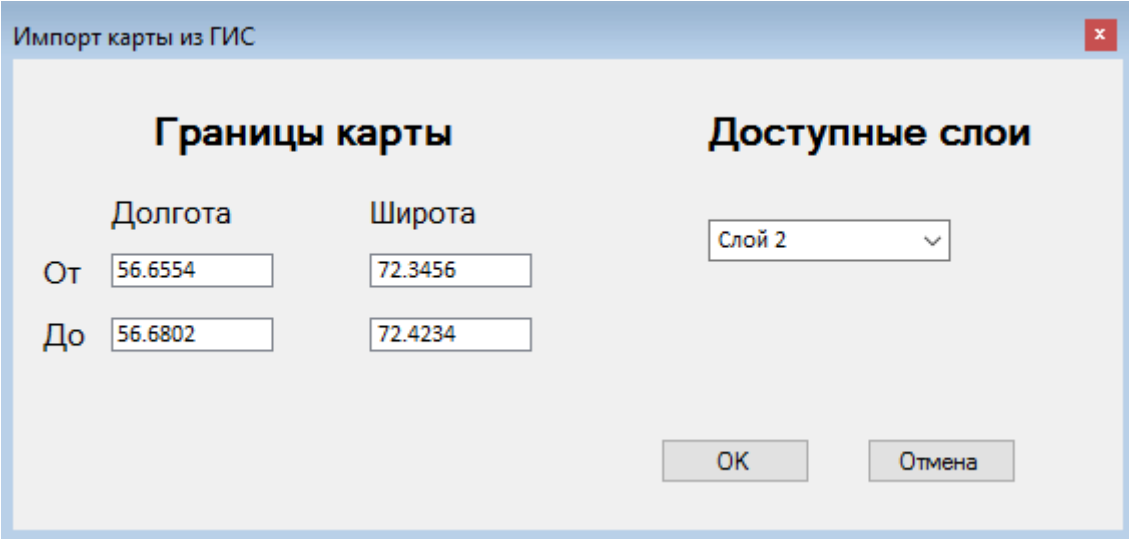


Рисунок 2.9. Эскиз интерфейса «Импорт карты из ГИС»

При нажатии на кнопку «Импорт» в плагине для САПР будет вызываться новое окно для указания параметров запрашиваемой карты. Необходимо задать координаты границ карты для получения интересующей области для проектировщика, по результатам запроса координат выбрать карту из предлагаемого списка (рис. 2.9).

При нажатии на кнопку ОК будет подгружаться карта в виде растрового изображения в основную область САПР для дальнейшего проектирования [17].

После проектирования чертежа необходимо экспортировать файл в ГИС (рис. 2.10). При экспорте данных с САПР плагин будет преобразовывать чертеж в формат векторного рисунка WFS (при этом надо использовать универсальный формат данных во всех программах), упаковать в этот формат все использованные геометрии с атрибутами и привязать использованные элементы проектирования к нужным координатам, после чего отправляется в ГИС через веб-сервис [6].

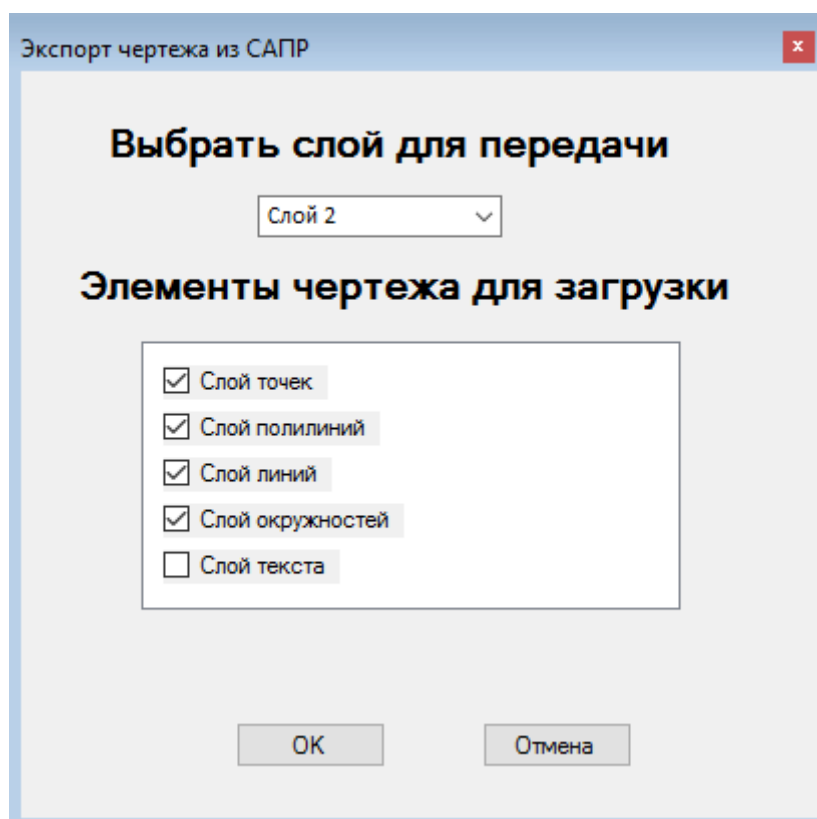


Рисунок 2.10. Эскиз интерфейса «Экспорт чертежа из САПР»

При нажатии на кнопку «Экспорт» будет вызываться окно для выбора карты и слоя для загрузки геометрий, и атрибутов для передачи в ГИС. По нажатию кнопки ОК данные будут передаваться через веб-сервис в серверную ГИС. Серверная ГИС будет принимать данные с веб-сервиса [17].

2.6.2. Проектирование веб-сервиса

Взаимодействие всех приложений клиентской части с серверной происходит посредством веб-сервиса. Веб-сервис реализует интерфейс взаимодействия ГИС и САПР с серверной ГИС и обеспечивает выполнение основных операций с геоданными, таких как преобразование форматов, пересчет из одной системы координат в другую, выполнение геометрических операций и др.

Для того чтобы осуществить взаимодействие между мобильным приложением и веб-сервисом, нужно использовать HTTP(S)-методы:

- GET – отвечает за получение данных [18];
- POST – отвечает за отправку данных [19].

С помощью данных запросов пользователь может отправлять и получать данные, необходимые для работы приложения.

Данные, которые используются для обмена информацией, представлены в формате JSON. Соответственно, для этого нужно использовать инструмент, который бы преобразовывал объекты классов в этот формат и, наоборот, преобразовывал данные в формате JSON в объекты классов.

При передаче данных на САПР веб-сервис будет запрашивать координаты интересующей нас части карты, которые были указаны в плагине (4 координаты – широта/долгота (от) и широта/долгота (до)) и передавать эти данные в САПР в определенном формате данных в виде подложки. Для того, чтобы данные не были перемешаны и перепутаны, будут использоваться слои для обеспечения качественной передачи данных.

При передаче данных из САПР веб-сервис должен учитывать источники и структуру выбранной карты. То есть при экспорте данных с плагина для САПР должен прийти список карт и имеющиеся в каждой карте слой(слои), а в свою очередь пользователь должен иметь возможность указать, в какие слои нужно экспортировать данные из САПР для передачи в ГИС.

Данный веб-сервис не будет иметь графического отображения и будет представлять собой набор методов, которые будут обеспечивать передачу данных между ГИС и САПР по URL [20].

2.7. Диаграмма классов интеграционного решения

2.7.1. Диаграмма классов плагина

С учетом того, что интеграционное решение будет представлено 2 компонентами: плагином и веб-сервисом, осуществляющее взаимодействие между ГИС и САПР, реализация программ будет рассмотрена в разных подразделах.

Диаграмма классов реализованного модуля расширения для САПР приведена на рисунке 2.11.

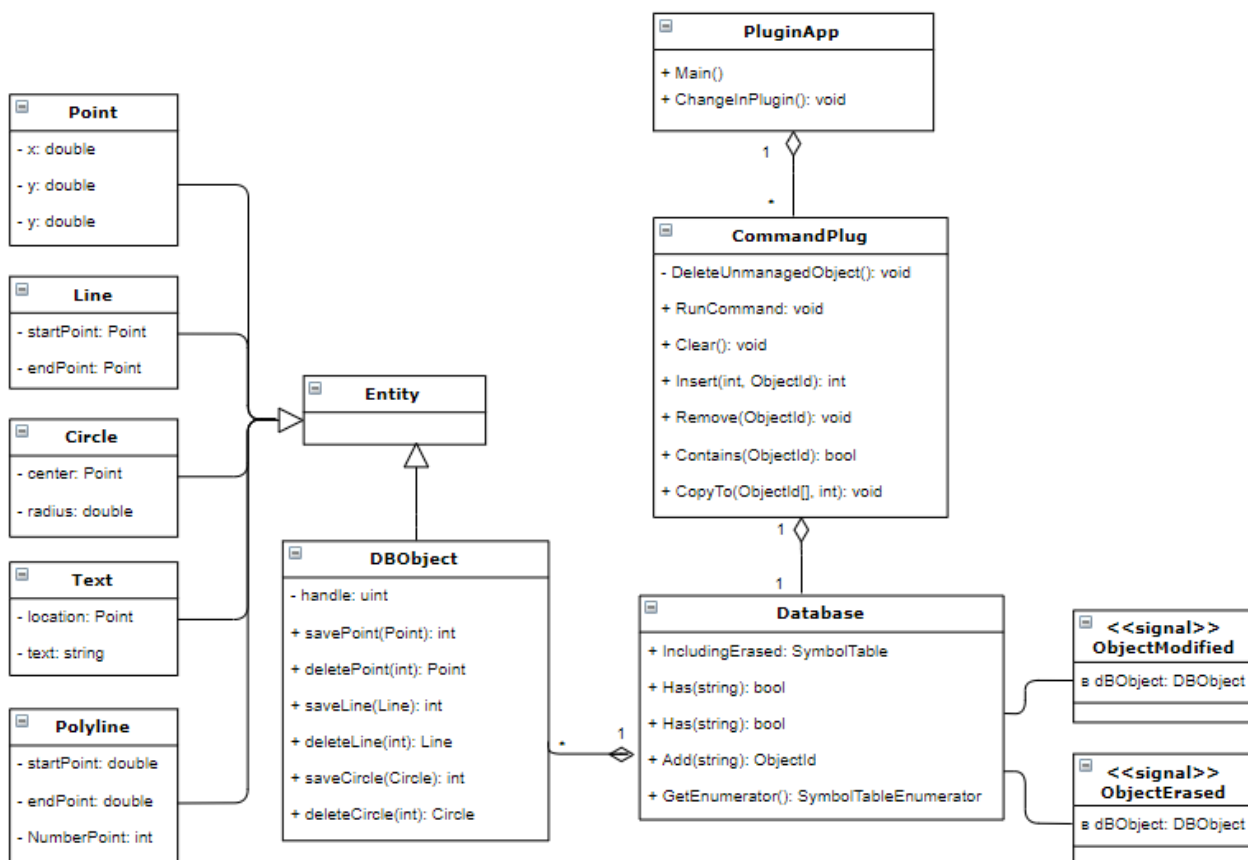


Рисунок 2.11. Диаграмма классов плагина

Для реализации функционала плагина интеграционного решения можно заметить добавление следующих классов:

- **PluginApp** – основной класс, представляющий обертку (Wrapper) непосредственно над приложением AutoCAD;
- **CommandPlug** – класс, представляющий собой загрузчик плагина через командную строку и отвечающий за импорт и экспорт документов;
- **Database** – содержит в себе информацию по чертежу (стили, примитивы, блоки...);
- **DBObject** – содержит объекты с уникальными идентификаторами (Handle);
- **Entity** – абстрактный класс, содержащий примитивы в AutoCAD, с помощью которых строится чертеж : точка (Point3d), линия (Line), полилиния (Polyline), окружность (Circle), текст (MText), полилиния (Polyline).

Теперь нам требуется определить возможность корректного поведения системы при изменении чертежа пользователем с целью соответствующего изменения компонента Model. Одно из возможных решений — реакция на события, генерируемые AutoCAD при изменении элементов чертежа:

- Database.ObjectModified – генерируется при изменении любого объекта DBObject в базе данных документа;
- Database.ObjectErased – генерируется при удалении любого объекта из базы данных документа [36].

2.7.2. Диаграмма классов веб-сервиса

Технология Microsoft .NET позволяет загружать в САПР и исполнять в нем произвольный программный код, написанный на любом из .NET-совместимых языков программирования.

При этом отметим ни одно из перечисленных решений в своем исходном виде не способно связывать чертеж с теми объектами, которые он отображает, то есть с моделью предметной области. В свою очередь, наиболее общей и удачной программной архитектурой, реализующей подобное поведение, является шаблон проектирования MVC (Model-View-Controller) [36].

Непосредственное взаимодействие с пользователем будет осуществлять плагин для САПР, являющийся клиентским приложением в интеграционном решении. Как было обозначено в предыдущих разделах, веб-сервис будет представлять собой набор методов, осуществляющих взаимодействие серверного ГИС и САПР.

Диаграмма классов реализованного модуля веб-сервиса приведена на рисунке 2.12.

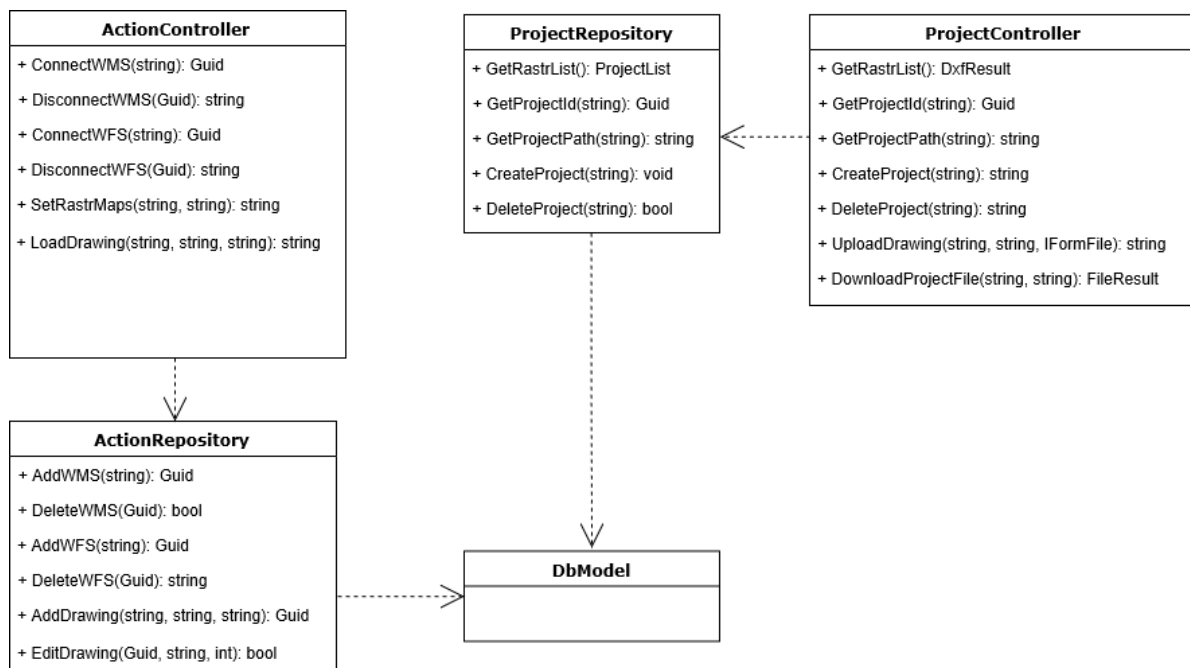


Рисунок 2.12. Диаграмма классов веб-сервиса

Для реализации функционала веб-сервиса интеграционного решения можно заметить добавление следующих классов:

- ActionController – контроллер, предоставляющий методы API для работы с картографическими данными и протоколами WMS/WFS;
- ActionRepository – репозиторий, представляющий внутренние методы для работы с картографическими данными;
- ProjectController – контроллер, представляющий методы для работы с чертежом в плагине;
- ProjectRepository – репозиторий, представляющий внутренние методы для работы с чертежом [36-37].

3. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

3.1. Используемые технологии для разработки

Для разработки настольных приложений существует большое количество различных IDE, выделим основные:

- NetBeans [21];
- JetBrains IntelliJ IDEA [22];
- Microsoft Visual Studio [23];
- Eclipse [24].

Для адаптации и расширения функциональных возможностей продуктов САПР на его основе может применяться любой язык программирования, поддерживающий ASP.NET [25]. В связи с тем, что на изучение синтаксиса языка может потребоваться дополнительное время, было принято решение о разработке настольного приложения на языке C#. Поэтому будет использоваться средство разработки Microsoft Visual Studio.

Для разработки веб-приложений существует также огромное множество технологий, выделим основные:

- PHP: Symfony, Laravel [26-27];
- Python: Django [28];
- Ruby: Ruby on Rails [29];
- Java: Spring [30];
- C#: ASP.NET MVC [31];
- JavaScript: Node.js, AngularJS [32-33].

С учетом того, что была выбрана среда разработки MS Visual Studio, язык программирования C# и направление на кроссплатформенность, было решено вести разработку веб-сервиса с помощью ASP.NET MVC и инструмента Web API, который использует контроллеры [34-35].

3.2. Апробация интеграционного решения на примере задачи проектирования нефтяного месторождения

Для получения результатов необходимо загрузить плагин в САПР. По команде NETLOAD загружается файл с проектом в САПР (рис. 3.1).

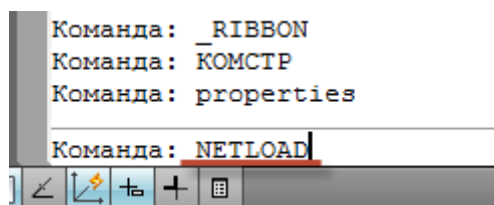


Рисунок 3.1. Загрузка файла плагина с помощью командной строки [38]

После ввода команды RUNPLUG загружается настольное приложение плагина (рис. 3.2).

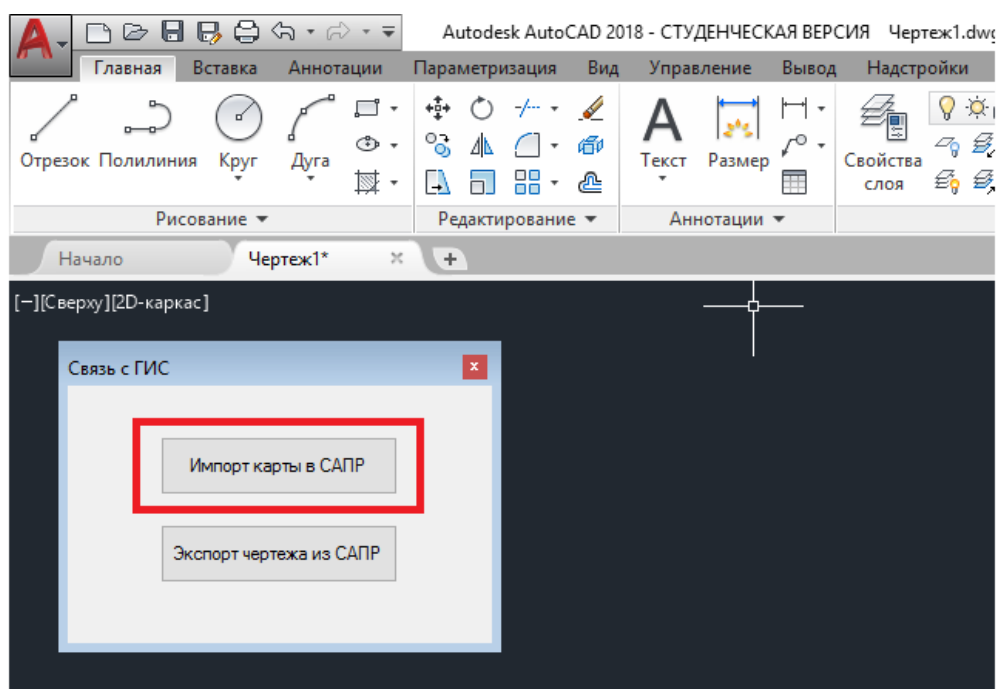


Рисунок 3.2. Импорт карты в САПР в загруженном плагине

По нажатию на кнопку «Импорт карты» необходимо выбрать слой для загрузки данных, которые заранее были сформированы в САПР AutoCAD в разделе Слои. Также нужно задать координаты границ карты, на которой будет осуществляться проектирование нового объекта (рис. 3.3).

Импорт карты из ГИС

Границы карты

Долгота Широта

От

До

Доступные слои

▼

Рисунок 3.3. Ввод координат границ карты для импорта в САПР

После нажатия на кнопку «ОК» карта была благополучно загружена в САПР (рис. 3.4).

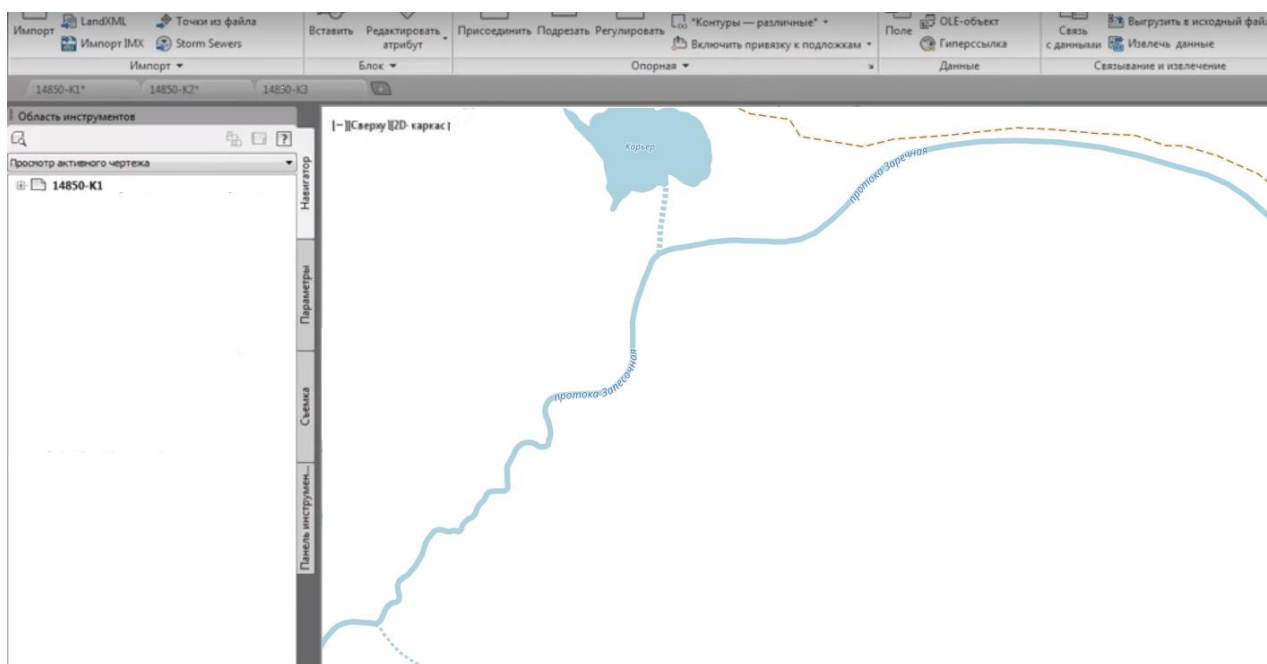


Рисунок 3.4. Отображение запрашиваемых картографических данных

В дальнейшем проектировщику необходимо сформировать чертеж нового объекта [39]. В данном примере был сформирован проект нового месторождения в условной области карты для проверки работоспособности программы (рис. 3.5).

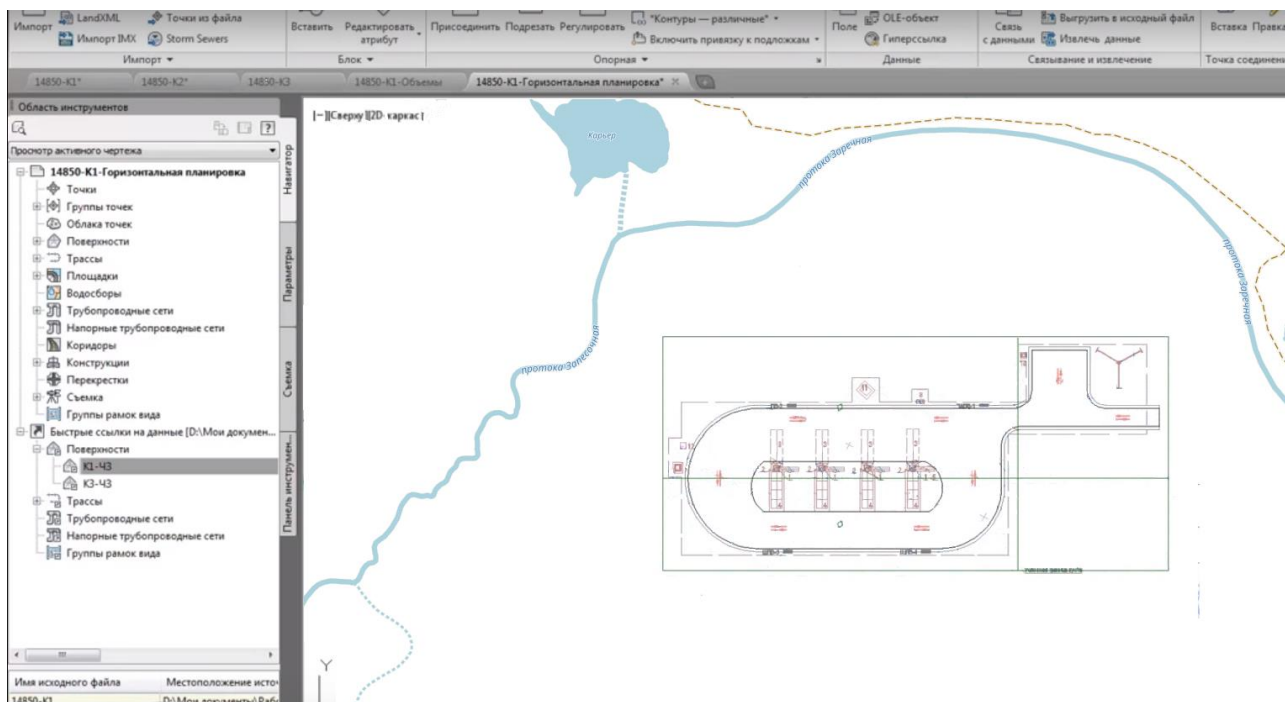


Рисунок 3.5. Картографическая подложка с сформированным чертежом нефтяного месторождения

Для экспорта чертежа необходимо вызвать плагин ранее описанным образом для выбора слоя загрузки по протоколу WFS (рис. 3.6).

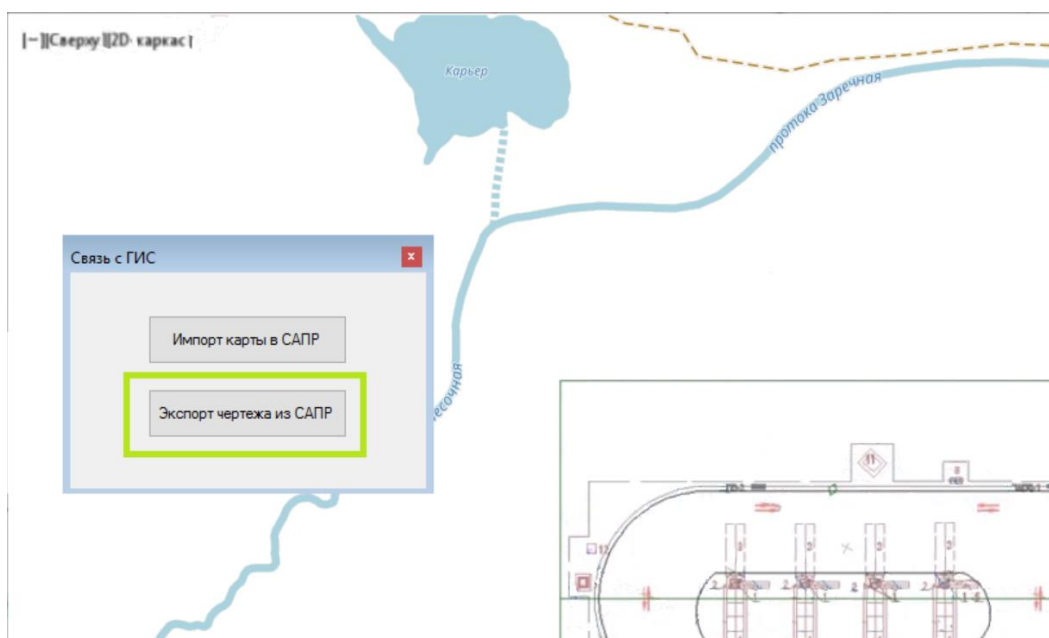


Рисунок 3.6. Экспорт чертежа из САПР в загруженном плагине

Также можно выбрать графические примитивы, разбитые по группам в данной программе (рис. 3.7).

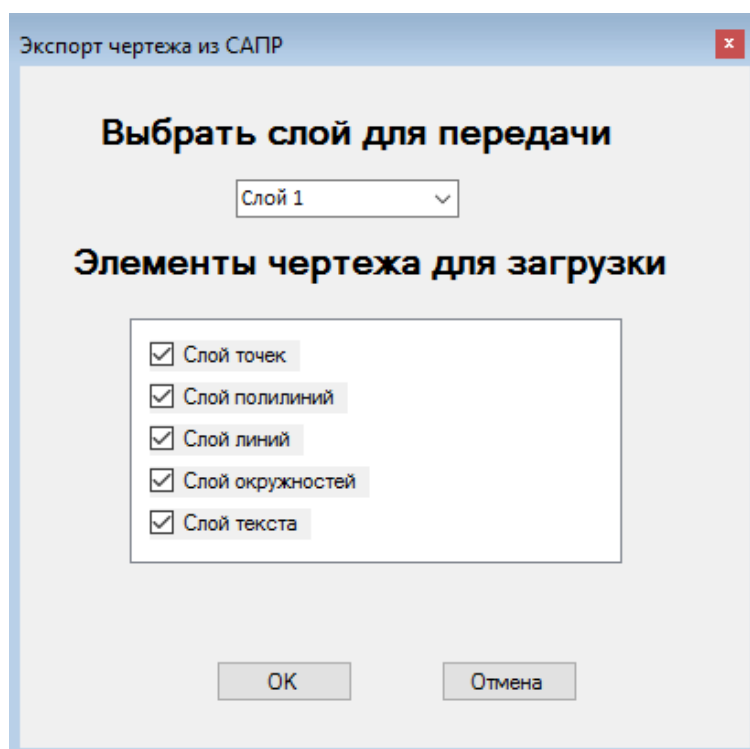


Рисунок 3.7. Выбор загружаемых атрибутов для отправки в ГИС

После отправки в ГИС чертежа серверная ГИС принимает его через WFS и после выполнения действий для открытия через данный протокол чертежа происходит его отображение в ArcGIS [40] (рис. 3.8).

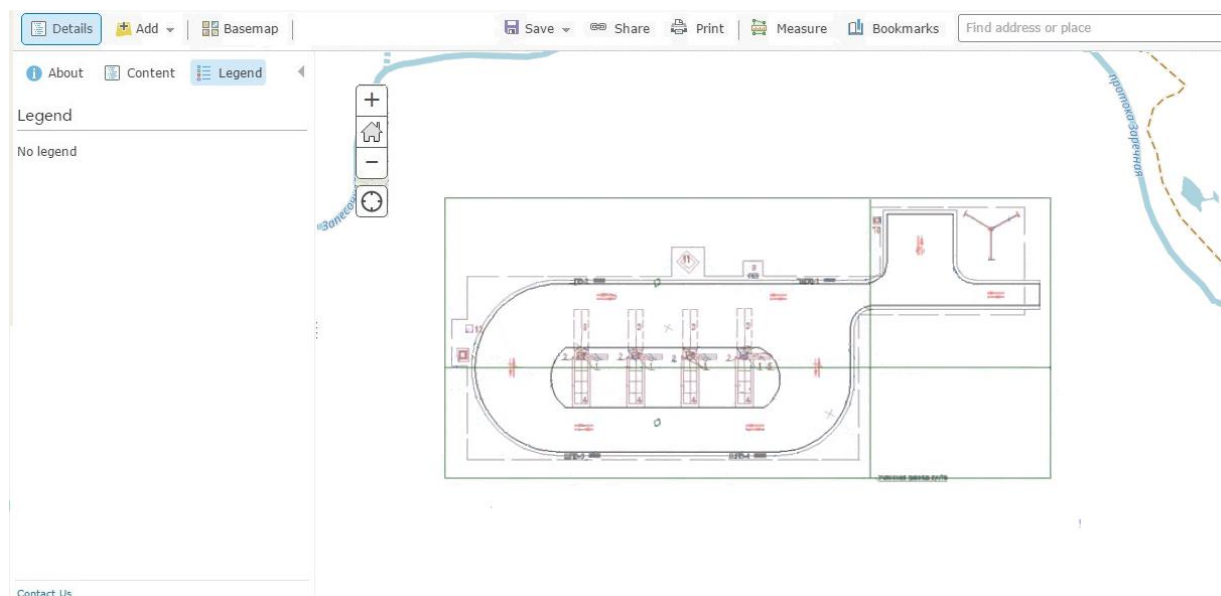


Рисунок 3.8. Отображение чертежа в ГИС

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1. Описание поставленных задач в разделе

Управление проектами занимает большую нишу в практически любом начинании отдельного человека или команды людей и в большой степени определяет успех проекта и будет ли этот проект завершен.

В данной работе изначально представлена задача, которая была поставлена предприятием ОАО «ТомскНИПИнефть». Для решения данной задачи было спроектировано интеграционное решение, представляющее собой настольное клиентское приложение (модуль расширения) для САПР и серверное приложение (веб-сервис), осуществляющий преобразование данных между ГИС и САПР.

Целью данного раздела выпускной квалификационной работы является оценка коммерческого потенциала и определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности исследования.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.2. Оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта

4.2.1. Потенциальные потребители продукта

Научно-исследовательская работа направлена на разработку программного обеспечения для решения интеграционной задачи передачи и конвертации карто-

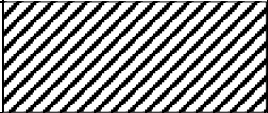
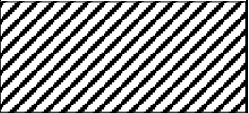
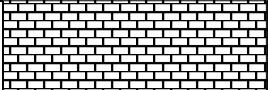
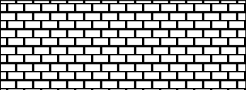
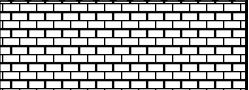
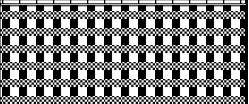
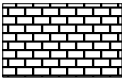
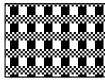
графических данных между разнородными системами: ГИС и САПР.

Целевым рынком данной разработки являются организации, занимающиеся разработкой программного обеспечения в области геоинформационных систем и осуществляющие полный цикл научных и проектных работ для предприятий нефтегазового комплекса.

Для того, чтобы определить для каких организаций необходима данная разработка, необходимо провести сегментирование целевого рынка. Сегментацию можно произвести по следующим двум критериям: размер организации и вариант интеграционного решения (сервиса).

Карта сегментирования представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Карта сегментирования рынка услуг по разработке сервиса

		Вариант интеграционного решения			
		Настольный модуль расширения для САПР и веб-сервис	Веб-сервис со встроенным модулем расширения	Модуль расширения для САПР	Ручная передача файлов картографических данных
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Небольшие				
		 Организация А (крупная)	 Организация Б (средняя)	 Организация В (небольшая)	

Малым или молодым организациям с экономической точки зрения не выгодно настольный модуль расширения для САПР и веб-сервис, так как разрабатываемые и поддерживаемые ими проекты и системы уступают в сложности и масштабе проектам более крупных организаций. Также следует учитывать тот факт, что малые компании располагаются территориально в одном помещении или рядом, в связи с этим передача данных через интернет не требуется, именно поэтому достаточно будет иметь модуль расширения для САПР, а в случае территориального расположения офисов между соседними до-

мами передача данных будет осуществляться вручную.

У средних организаций возможно разное территориальное расположение офисов, именно поэтому передача данных через интернет необходима, для этого нужен веб-сервис для обмена данными. Поэтому для данных компаний подойдут первые 2 варианта интеграционного решения (в зависимости от уровня разработчиков и месячного оборота организации) и ручная передача данных в случае неполадок при работе программных средств.

Крупные разработчики программного обеспечения, как правило, занимаются наиболее сложными проектами, что выражается в больших длительности и ресурсозатратах. Поэтому для того, чтобы разработанное программное обеспечение было качественным или же для обеспечения непрерывной работы сервиса с задействованием меньших ресурсов, необходимо проектирование интеграционного решения, включающего в себя настольное приложение в САПР и веб-сервиса. Ручная передача файлов картографических данных также возможна, но только в случае проблем, связанных с некорректной работой программных средств [41].

Таким образом, разработка в рамках магистерской диссертации, заключающаяся в реализации интеграционного решения для обмена картографических данных в задаче проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи, подходит для организаций типа «А» и типа «Б». Компания ОАО «ТомскНИПИнефть», для нужд которой и осуществлялась разработка, относится именно к сегменту крупных компаний.

4.2.2. Анализ конкурентных технических решений

Одна из поставленных задач проекта была выполнена посредством программной реализации интеграционного решения. Тем не менее, существуют готовые решения, направленные на имитацию действий пользователя, позволяющие автоматизировать процесс конвертации картографических данных между разнородными системами. Подобные решения могут быть полезны при автоматизации передачи картографических данных, а разделение сервиса на несколько модулей позволит проще протестировать модули системы на

локальном уровне. Для подтверждения приоритетности реализации собственного решения была составлена карта сравнения конкурентных систем. В качестве основных конкурентных технических решений были выбраны следующие разработки:

- настольный модуль расширения в САПР и веб-сервис (данная работа) (1);
- программный комплекс CAD-GIS (2);
- конвертор крупномасштабных карт в формат DXF КБ Панорама (онлайн-сервис) (3).

Результаты конкурентного анализа приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Оценочная карта конкурентного анализа

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	К ₁	К ₂	К ₃
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,13	5	5	3	0,65	0,52	0,39
2. Удобство в эксплуатации	0,12	4	4	1	0,48	0,48	0,12
3. Универсальность	0,11	4	5	3	0,44	0,44	0,33
4. Надежность	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
5. Потребность в ресурсах памяти	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
6. Функциональная мощность	0,07	4	5	2	0,28	0,35	0,14
7. Простота эксплуатации	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
3. Цена	0,2	5	3	5	0,1	0,06	0,1
4. Послепродажное обслуживание	0,03	4	3	4	0,12	0,09	0,12
5. Срок выхода на рынок	0,01	3	3	3	0,03	0,03	0,03
6. Наличие сертификации разработки	0,02	4	4	4	0,08	0,08	0,08
Итого	1	58	57	50	3,93	3,83	2,91

Конкурентоспособность проекта 1 исполнения относительно проекта 2 исполнения можно рассчитать по формуле 1:

$$K_{12} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{3,93}{3,83} = 1,03 \quad (1)$$

Конкурентоспособность проекта 1 исполнения относительно проекта 3 исполнения можно рассчитать по формуле 2:

$$K_{13} = \frac{K_1}{K_3} = \frac{3,93}{2,91} = 1,35 \quad (2)$$

Из приведённого сравнения разрабатываемого интеграционного решения с программным средством CAD-GIS и онлайн-сервисом КБ Панорама можно заметить, что несмотря на большой функционал в программном комплексе конкурента и более быстрый конвертер данных в режиме онлайн разрабатываемый интеграционный сервис будет задействовать меньшие ресурсы памяти по сравнению с программным комплексом и меньшие функциональные (в т.ч. и человеческие) ресурсы по сравнению с онлайн-сервисом. В связи с тем, что перечисленные ресурсы являются основополагающими и разрабатываемое интеграционное решение будет иметь меньшую цену, то выбранный подход реализации интеграционного решения является более предпочтительным, чем использование существующих решений автоматизации процесса обмена картографическими данными, так как конечное решение включает в себя интеграцию нескольких разнородных систем при минимизации использования ресурса ГИС-оператора. Такое взаимодействие между разнородными системами реализуется непосредственно в программном коде, а настройка отдельных компонентов — в настольном модуле расширения непосредственно в САПР и среде разработки [42].

4.2.3. Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) - инструмент измерения характеристик, который описывает качество новой разработки, а также ее перспективность на рынке. Технология позволяет принимать решение о целесообразности вложения капитала в НИР. Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле 3:

$$П_{ср} = \sum B_i B_i \quad (3)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Оценка разработки с учетом её технических и экономических особенностей, создания и коммерциализации представлена в табл. 4.3 [43].

Таблица 4.3. Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес	Баллы	Макс. балл	Отн. знач. (3/4)	Средне-взвеш. значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,13	95	100	0,95	0,1235
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,12	80	100	0,8	0,096
3. Универсальность (форматы данных, атрибуты и геометрии)	0,11	75	100	0,75	0,0825
4. Надежность	0,06	90	100	0,9	0,0054
5. Потребность в ресурсах памяти	0,1	95	100	0,95	0,095
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,07	75	100	0,75	0,0525
7. Простота эксплуатации	0,1	85	100	0,85	0,085
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	70	100	0,7	0,035
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	80	100	0,8	0,04
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	65	100	0,65	0,0325
3. Цена	0,2	100	100	1	0,2
4. Послепродажное обслуживание	0,03	80	100	0,8	0,024
5. Срок выхода на рынок	0,01	60	100	0,6	0,006
6. Наличие сертификации разработки	0,02	75	100	0,75	0,015
Итого					0,8924

В результате проведенного анализа перспективность разработки равна 89,24%. Поскольку значение показателя входит в промежуток от 80% до 100%, данная разработка является перспективной.

4.2.4. SWOT-анализ

Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз, взаимосвязь и взаимозависимость проекта с внешней и внутренней средами, возможность найти пути улучшения предлагаемой разработки – все это решается посредством SWOT-анализа [44].

Результаты его первого этапа представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Результаты первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны S1. Наличие открытой документации для создания модулей расширения к САПР. S2. Возможность работы отделов ГИС и САПР удаленно территориально. S3. Расположение плагина в САПР для удобной работы проектировщика. S4. Высокая скорость работы.	Слабые стороны W1. Нетривиальность при конвертации картографических данных между сервером ГИС и клиентами САПР. W2. Не все типы геометрий могут корректно отображаться в ГИС. W3. Расположение плагина в САПР усложняет разработку из-за проблем с библиотеками САПР.
Возможности O1. Появление дополнительного спроса на новый продукт. O2. Повышение стоимости конкурентных разработок.	Направления развития O1S1. Возможность рассылки и выкладывания в общий доступ документации к разработке проекта. O2S2S3S4. Появление новых оптимизаций, которые в будущем можно будет легко интегрировать в разработку, тем самым значительно улучшая ее конкурентоспособность.	Сдерживающие факторы O1W1. Несмотря на нетривиальность конвертации данных между разнородными системами проектировщику не нужно понимать принципы конвертации данных, а достаточно только следовать инструкции. O2W1. Поддержка всех типов геометрии могут сказываться на работе плагина, поэтому необходимо задействовать только часто используемые типы геометрий.
Угрозы T1. Отсутствие финансирования и привлеченной рабочей силы ограничит функционал проекта T2. Нехватка опытных разработчиков в команде по сравнению с конкурентными разработками приведет к ошибкам на стадиях проектирования и реализации.	Угрозы развития T1S1. Документация не всегда описывается достаточно понятна для разработчика, нетривиальные типы данных, требующие большого опыта разработки. T2S2S3. Широкие возможности для масштабирования проекта доступны опытным разработчикам, возникновения спорных ситуаций при масштабировании проекта разными отделами предприятия.	Уязвимости T1W1. Огромная трудоемкость работы и большое число разнообразных ошибок при разработке. При прекращении работы проект не сможет раскрыть своего потенциала и повысить эффективность, в связи с чем варианты конкурентов могут пользоваться большим спросом. T2W3. Использование привычной методологии проектирования потребует большой работы для увеличения масштаба проекта, что увеличит его стоимость.

Таким образом, можно сделать вывод, что основными рисками проекта является недостаточное количество ресурсов и наличие конкурентов со сходным и превосходящим функционалом, но при этом сильными сдерживающими факторами для конкурентов являются удобство работы с предлагаемой программой для проектировщиков и уменьшение трудовых ресурсов при использовании данной системы.

4.2.5. Диаграмма Исикавы

Одной из проблематик предприятия, для решения которой выполнялась данная работа, является проблема конвертации (в т.ч. и обмена) картографических данных между разнородными системами ГИС и САПР. Для описания причин проблемы была использована диаграмма Исикавы.

Диаграмма Исикавы — графический способ исследования и определения наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и последствиями в исследуемой ситуации или проблеме [45]. Диаграмма представлена на рисунке 4.1.

Проблема конвертации картографических данных между ГИС и САПР



Рисунок 4.1. Диаграмма Исикавы

Как можно заметить, на данной диаграмме представлены следующие факторы, влияющие на проблему: трудовые ресурсы (человеческие), разнородные ошибки при конвертации, территориальный аспект расположения офисов отделов, а также локализация ошибок. Для их минимизации нужно внести некоторые требования при проектировании системы: для фактора человеческих ресурсов разработать программу краткосрочного обучения для начинающих специалистов, для фактора ошибок при конвертации провести поиск релевантной специализированной литературы, для фактора территориального расположения ввести требование к передаче картографических данных через HTTP(S), для фактора локализации ошибок – разработать системные требования и провести анализ требований.

4.3. Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта [46].

4.3.1. Цели и результат проекта

Перед определением целей необходимо перечислить заинтересованные стороны проекта. Информация по заинтересованным сторонам представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидание заинтересованных сторон
Организация-заказчик	Автоматизация процесса обмена картографическими данными между ГИС и САПР в задачах проектирования промышленных объектов
Пользователь (проектировщик)	Возможность запрашивать участок карты без участия ГИС-оператора для проектирования промышленного объекта и отправка чертежа в ГИС
Разработчик	Получение прибыли
Студент	Готовая магистерская диссертация
Научный руководитель	Выполнение одного из показателей эффективного контракта, зарплата

Цели и результат проекта в части выполнения одной из двух основных задач магистерской диссертации, а именно реализации интеграционного решения для автоматизации процесса обмена картографическими данными в задачах проектирования промышленных объектов, представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Цели, стейкхолдеры и ожидаемые результаты проекта

Название проекта	Интеграционный сервис для обмена картографическими данными между ГИС и САПР
Суть проекта	Поиск интеграционного решения для обмена картографическими данными между разнородными системами ГИС и САПР для автоматизации процесса проектирования новых объектов нефтегазодобычи
Бизнес-окружение проекта	Проектные институты нефти и газа, организации по разработке IT-решений в области ГИС
Цели проекта	• Постановка задачи и описание текущих бизнес-процессов предприятия • Оптимизация бизнес-процессов предприятия для автоматизации процесса проектирования новых объектов нефтегазодобычи • Поиск интеграционного решения для обмена картографическими данными между разнородными системами ГИС и САПР • Реализация интеграционного решения для обмена картографическими данными между разнородными системами ГИС и САПР
Ожидаемый результат проекта	Отображение чертежа нового объекта нефтегазодобычи на карте в ГИС
Критерии приемки результата проекта	Корректное отображение чертежа нового объекта нефтегазодобычи (идентичное отображение в ГИС по сравнению с чертежом в AutoCAD)
Требования к результату проекта	• Плагин работает согласно плану • Запрашиваемый участок карты по крайевым координатам полностью соответствует реальному и загружается в САПР • После экспорта из САПР чертеж успешно загружается в ГИС
Бюджет проекта	130000 рублей
Сроки проекта	1.02.2019 – 07.06.2019

4.3.2. Организационная структура проекта

Для составления организационной структуры проекта нужно указать всех участников, участвующих в его непосредственной реализации. В данном случае имеется 3 непосредственных участника, которые принимали участие в составлении требований, их анализе, проектировании и реализации проекта.

Организационная структура проекта представлена в табл. 4.7.

Таблица 4.7. Организационная структура проекта

ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
Старшинов Владислав Сергеевич, студент, а также соискатель на должность программиста ОАО «ТомскНИПИнефть»	Системный аналитик, разработчик	• Описание бизнес-процессов предприятия • Оптимизация бизнес-процессов предприятия • Поиск решения для выполнения поставленной задачи • Проектирование архитектуры • Составление макета интеграционного решения • Реализация • Тестирование
Копнов Максим Валерьевич, ОАО «ТомскНИПИнефть», руководитель группы разработки ГИС ПО	Заказчик, консультант	• Постановка задачи • Интервью по работе подразделений между собой при реализации данного проекта • Проверка разработки
Ковин Роман Владимирович, к.т.н., доцент отделения ИТ	Научный руководитель	• Помощь в поиске интеграционного решения • Составление научных целей и задач • Проверка документации

4.4. Определение возможных альтернатив проекта

Для определения альтернативных вариантов реализации технической задачи используется морфологический подход. Морфологическая матрица для составляющих реализации рассматриваемого проекта представлена в таблице 4.8.

Таблица 4.8. Морфологическая матрица

Альтернативы	1	2	3
А. Язык разработки	C#	Java	Python
Б. Среда разработки	Visual Studio	IntelliJ IDEA	PyCharm
В. Система автоматизированного проектирования	AutoCAD	Компас	Inventor
Г. Геоинформационная система	ArcGIS	QGIS	MapInfo
Д. Способ реализации	Веб-приложение	Настольное приложение	Модуль расширения для САПР и веб-сервис

Из полученной морфологической матрицы можно получить достаточно много вариантов, применяя любые комбинации пунктов В, Г, Д. При этом

должно выполняться условие одновременного использования определённых вариантов пунктов А и Б, а именно: А1Б1, А2Б2, А3Б3.

Таким образом, из полученной морфологической матрицы можно получить как минимум 3 варианта реализации проекта [48]:

- Исполнение 1: А1Б1В1Г1Д3;
- Исполнение 2: А2Б2В2Г3Д2;
- Исполнение 3: А3Б3В3Г2Д1.

В рамках магистерской диссертации реализуется первый вариант исполнения, а 2 других необходимы для проведения сравнительного анализа (в частности, в разделе 4.6).

4.5. Планирование научно-исследовательских работ

4.5.1. Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования представлен в табл. 4.9.

Таблица 4.9. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Постановка задачи	1	Формирование проектного задания	Р, И ²
	2	Выявление проблемы, возникающей при решении задачи	Р
Системный анализ предприятия	3	Консультирование по работе структурных подразделений предприятия	Р, И
	4	Описание бизнес-процессов предприятия при решении поставленной задачи	И
	5	Оптимизация бизнес-процессов предприятия при решении поставленной задачи	И
Разработка технического задания	6	Сбор информации и пожеланий от заказчика	Р, И
	7	Анализ требований	И
	8	Документирование требований	И
	9	Проверка требований	И
Аналитический обзор	10	Подбор и изучение материалов по обмену картографических данных	И
	11	Изучение уже существующих интеграционных решений в данной области	И
	12	Выбор инструментов и средств для реализации интеграционного решения	И

² Р – Научный руководитель; И – Исполнитель (системный аналитик и программист).

Продолжение табл. 4.9.

Проектирование интеграционного решения	13	Изучение технической документации по форматам данных для их конвертации между ГИС и САПР	И
	14	Проектирование функционала системы (варианты использования)	И
	15	Проектирование макетов и сценария использования интеграционного решения	И
Реализация интеграционного решения	16	Выбор языка программирования и инструментов разработки для интеграционного решения	И
	17	Проектирование диаграммы классов интеграционного решения	И
	18	Реализация модуля расширения для САПР	И
	19	Реализация веб-сервиса для обмена данными	И
Обобщение и оценка результатов	20	Тестирование работы модуля расширения и веб-сервиса (в т.ч. исправление ошибок)	И
	22	Проверка работоспособности системы на нескольких экспериментах	И
	23	Обобщение результатов работы и составление руководства пользователя	Р, И

4.5.2. Определение трудоемкости и графика выполнения работ

Оценим трудоемкость выполнения вышеозначенных работ. Для этого оценим минимальное и максимальное время выполнения каждой работы (табл. 4.10) [52]. Также произведем расчет ожидаемого значения трудоемкости по следующей формуле:

$$t_{ож,i} = \frac{(3t_{min,i} + 2t_{max,i})}{5} \quad (4)$$

где $t_{ож,i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{min,i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max,i}$ – максимально возможная трудоемкость i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Следует заметить, что исполнитель задействован в каждой из перечисленных работ, а потому невозможно ускорение за счет параллельности их выполнения.

В табл. 4.10 приведены временные показатели научного исследования.

На основе табл. 4.10 строится календарный план-график научного исследовательского проекта. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и неделям за период дипломирования [47, 49]. Для удобной визуализации разработка календарного плана графика производится в бесплатной программе GanttProject [51] в виде диаграммы Ганта (рис. 4.2).

Таблица 4.10. Временные показатели научного исследования

Содержание работ	Мин. время выполнения (дн.)			Макс. время выполнения (дн.)			Занятость ресурсов (проценты)	Длительность работ в рабочих днях			Длительность в календарных днях		
	И1	И2	И3	И1	И2	И3		И1	И2	И3	И1	И2	И3
1. Формирование проектного задания	0,5	0,5	0,5	1	1	1	Заказчик (50%), исполнитель (50%)	1	1	1	3	3	3
2. Выявление проблемы, возникающей при решении задачи	0,5	0,5	0,5	1	1	1	Руководитель (40%), исполнитель (60%)	1	1	1	1	1	1
3. Консультирование по работе структурных подразделений предприятия	3	3	3	6	6	6	Заказчик (50%), исполнитель (50%)	4	4	4	6	6	6
4. Описание бизнес-процессов предприятия при решении поставленной задачи	7	7	7	10	10	10	Исполнитель (100%)	8	8	8	10	10	10
5. Оптимизация бизнес-процессов предприятия при решении поставленной задачи	12	12	12	20	20	20	Исполнитель (100%)	14	14	14	18	18	18
6. Сбор информации и пожеланий от заказчика	1	1	1	3	3	3	Заказчик (50%), исполнитель (50%)	2	2	2	4	4	4
7. Анализ требований	4	4	4	7	7	7	Исполнитель (100%)	5	5	5	7	7	7
8. Документирование требований	5	5	5	8	8	8	Исполнитель (100%)	7	7	7	9	9	9
9. Проверка требований	4	4	4	5	5	5	Исполнитель (100%)	5	5	5	7	7	7
10. Подбор и изучение материалов по обмену картографических данных	1	1	1	2	2	2	Исполнитель (100%)	2	2	2	2	2	2
11. Изучение уже существующих интеграционных решений в данной области	2	2	2	3	3	3	Исполнитель (100%)	3	3	3	3	3	3

Продолжение табл. 4.10.

12. Выбор инструментов и средств для реализации системы	0,5	0,5	0,5	1	1	1	Исполнитель (100%)	1	1	1	1	1	1
13. Изучение технической документации по форматам данных для их конвертации между ГИС и САПР	2	1	1	3	2	2	Исполнитель (100%)	2	2	2	4	4	4
14. Проектирование функционала системы	2	1	1	3	2	2	Исполнитель (100%)	3	3	3	3	3	3
15. Проектирование макетов и сценария использования интеграционного решения	1	1	1	1	1	1	Исполнитель (100%)	2	2	2	4	4	4
16. Выбор языка программирования и инструментов разработки для интеграционного решения	1	1	1	1	1	1	Исполнитель (100%)	1	1	1	1	1	1
17. Проектирование диаграммы классов системы	2	2	2	3	3	3	Исполнитель (100%)	3	3	3	3	3	3
18. Реализация модуля расширения для САПР	5	9	0	9	18	0	Исполнитель (100%)	7	14	0	9	22	0
19. Реализация веб-сервиса для обмена данными	5	0	10	9	0	18	Исполнитель (100%)	7	0	14	9	0	20
20. Тестирование работы модуля расширения и веб-сервиса (в т.ч. исправление ошибок)	3	3	3	6	6	6	Исполнитель (100%)	4	4	4	6	6	6
21. Проверка работоспособности системы	3	2	2	6	6	6	Исполнитель (100%)	4	4	4	6	6	6
22. Обобщение результатов работы и составление руководства пользователя	2	2	2	3	3	3	Руководитель (25%), исполнитель (75%)	3	3	3	3	3	3
Итого:											119	123	121

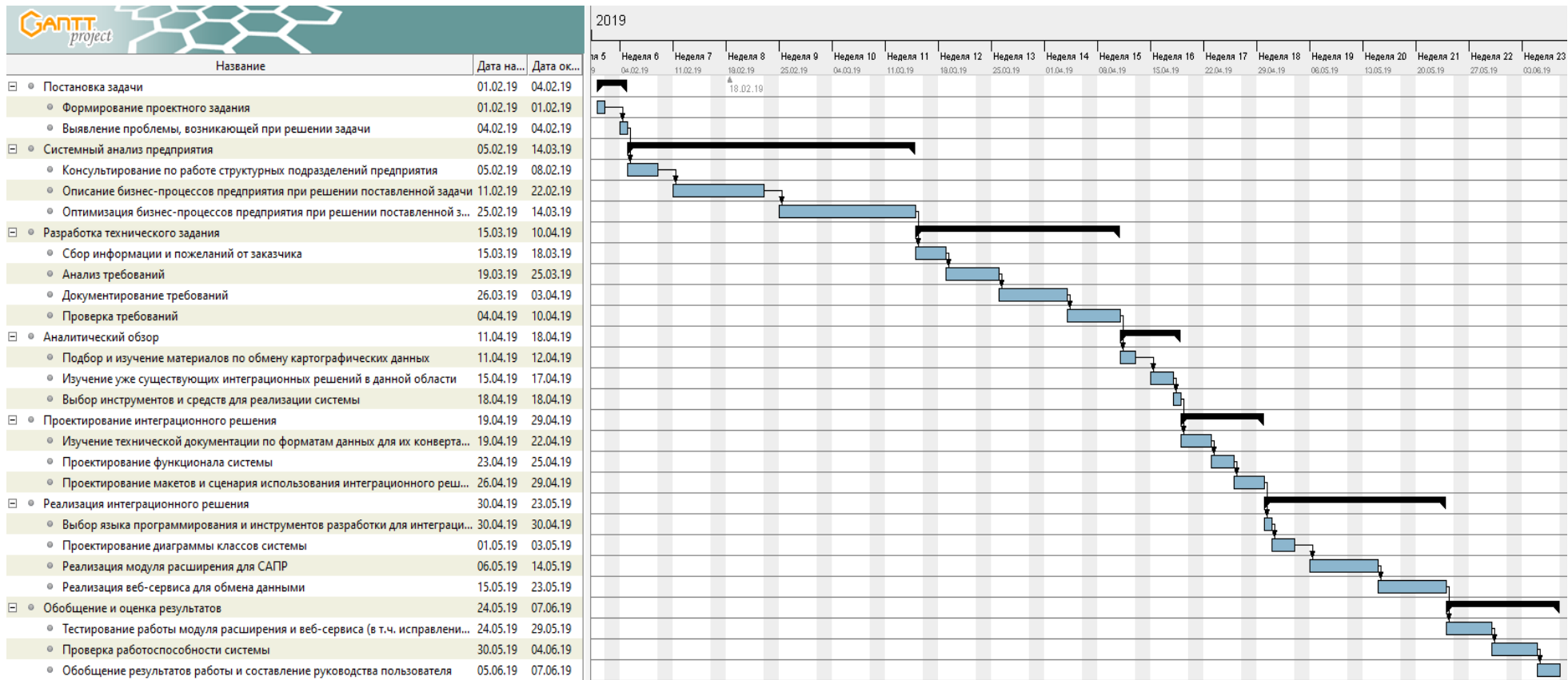


Рисунок 4.2. Календарный план для выполнения научно-исследовательского проекта

4.5.3. Бюджет научно-технического исследования

В состав бюджета входит стоимость всех расходов, необходимых для выполнения работ по магистерской диссертации. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.5.3.1. Расчёт материальных затрат

Данная статья расходов включает стоимость всех материалов, используемых при разработке диссертации. При выполнении работы был использован один персональный компьютер в компании. Соответствующие материальные затраты представлены в таблице 4.11. Мелкие расходы (канцелярия, затраты на печать и пр.) могут быть отнесены к статье прочих расходов [50, 55].

Таблица 4.11. Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед. руб.	Сумма, руб.
Персональный компьютер	шт.	1	25000	25000
Итого по статье С _м				25000

4.5.3.2. Расчёт основной заработной платы исполнителей

В данную статью расходов включается основная заработная плата научного руководителя, руководителя от предприятия и студента. Расчёт выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Трудоемкость всех исполнителей в разные промежутки времени на протяжении выполнения магистерской диссертации была просуммирована и представлена в виде затраченных дней. Таким образом, если согласно плану, работа над проектом должна вестись в течение 119 дней, то реально затраченное время каждого исполнителя в днях отличается от данной цифры, а также от того,

что можно увидеть из диаграммы Ганта (на ней декомпозиция происходит с точностью до дней). Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.12.

Таблица 4.12. Основная заработная плата исполнителей проекта

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб.	Затраты времени, раб.дни	Районный коэф.	Основная заработная плата, руб.
Научный руководитель	26300	1374,5	2	1,3	3573,7
Студент	10000	502,2	98		49215,6
Заказчик	50000	2511,2	4		13058,2
Итого по статье С _{осн}					65847,5

4.5.3.3. Расчёт дополнительной заработной платы исполнителей

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде. Например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т. п. (в среднем — 12% от суммы основной заработной платы) [53, 54]. Расчёты дополнительной заработной платы приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13. Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Районный коэф.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	3573,7	0,12	428,8
Студент	49215,6		5905,8
Заказчик	13058,2		1566,9
Итого по статье С _{доп}			7901,5

4.5.3.4. Расчёт итоговой заработной платы исполнителей

Согласно расчётам, приведённым в таблицах 4.12 и 4.13, была посчитана итоговая заработная плата исполнителей, которая представлена в таблице 4.14.

Таблица 4.14. Заработная плата исполнителей

Исполнитель	Основная зарплата, руб.	Дополнительная зарплата, руб.	Итоговая зарплата, руб.
Научный руководитель	3573,7	428,8	4002,5
Студент	49215,6	5905,8	55121,4
Заказчик	13058,2	1566,9	14625,1
Итого по статье $C_{зп}$			73752,0

4.5.3.5. Расчёт отчислений во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников [55].

На 2018 г. в соответствии со ст. 425, 426 НК РФ действуют следующие тарифы страховых взносов: ПФР — 0.22 (22%), ФСС РФ — 0.029 (2,9%), ФФОМС — 0,051 (5,1%). Рассчитанные отчисления представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Заработная плата, руб.	Отчисления, руб.			Сумма отчислений, руб.
		ПФР (22%)	ФСС (2,9%)	ФФОМС (5,1%)	
Научный руководитель	4002,5	880,6	116,1	204,1	1200,8
Студент	55121,4	12126,7	1598,5	2811,2	16536,4
Заказчик	14625,1	3217,5	424,1	745,9	4387,5
Итого по статье $C_{внеб}$					22124,7

4.5.3.6. Расчёт накладных расходов

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата электроэнергии, оплата пользования услугами интернета.

Перечисленные расходы требуют низких затрат денежных средств относительно заработной платы исполнителей, поэтому величина коэффициента накладных расходов $k_{накл}$ была принята в размере 5% [54].

Расчёт накладных расходов ведётся по формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} * C_{зп} = 0,05 * 73752 \text{ руб.} = 3687,6 \text{ руб.} \quad (5)$$

4.5.3.7. Формирование бюджета проекта

Сумма затрат по всем статьям расходов была рассчитана и представлена в качестве общего бюджета проекта в таблице 4.16.

Таблица 4.16. Бюджет проекта

Статья затрат	Сумма, руб.
Материальные затраты	25000
Заработная плата исполнителей	73752
Отчисления во внебюджетные фонды	22124,7
Накладные расходы	3687,6
Итого С	124564,3

Рассчитанный бюджет не превышает бюджета в 130000 рублей, указанного в выдержках из устава проекта (табл. 4.8).

4.6. Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта

Определение эффективности производится путем определения интегрального показателя эффективности научного исследования через нахождение величин финансовой и ресурсной эффективности. Интегральный финансовый показатель определяется по формуле 6:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{p,i}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (6)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ — интегральный финансовый показатель разработки; $\Phi_{p,i}$ — стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} — максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Таким образом, интегральный финансовый показатель данной разработки, выполненной по варианту исполнения 1: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = 0,958$.

Интегральный показатель ресурсоэффективности можно определить по формуле 7:

$$I_{p,i} = \sum a_i b_i \quad (7)$$

где $I_{p,i}$ — интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта разработки, a_i — весовой коэффициент i -го варианта разработки, b_i — бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливаемая экспертным путем по выбранной шкале оценивания, n — число параметров сравнения.

В связи с представленными исполнениями проекта был произведен перерасчет весовых коэффициентов технических критериев для оценки ресурсоэффективности проекта [50, 53].

Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности приведен в таблице 4.17.

Таблица 4.17. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэф.	Баллы			Интегральные показатели ($I_{p,i}$)		
		I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3
1. Повышение производительности труда пользователя	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
3. Универсальность	0,13	5	5	5	0,65	0,65	0,65
4. Надежность	0,12	5	4	5	0,6	0,48	0,6
5. Потребность в ресурсах памяти	0,11	5	4	5	0,55	0,44	0,55
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,14	5	5	5	0,7	0,7	0,7
7. Простота эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Ресурсоэффективность	1				5	4,67	4,9

4.7. Результаты по конкурентоспособности и ресурсоэффективности

Согласно расчётам, приведённым в таблице 4.17, можно сделать вывод, что самым эффективным исполнением с точки зрения ресурсоэффективности является первое (фактическое) исполнение I_1 (с показателем конкурентоспособности $I_{p,i} = 5$), по которому и был реализован проект в рамках магистерской диссертации.

Коэффициент конкурентоспособности разработки на небольшой процент больше, чем у аналогов за счет удобства работы пользователя и меньшего потребления человеческих/технических ресурсов. Перспективность проекта составляет 89% (высокий уровень перспективности). Разные методологии по поиску рисков и возможных угроз проекта позволили определить решения проблем, которые были учтены при его разработке.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1. Характеристика объекта исследования

Научно-исследовательская работа представляет собой исследование процессов обмена картографическими данными между разнородными системами: настольными САПР и серверными ГИС, что в конечном итоге позволяет предложить интеграционное решение, которое позволяет производить автоматизированный обмен картографическими данными (из ГИС в САПР) и результатами проектирования (из САПР в ГИС). Реализованный проект представляет собой разработку программного продукта в специализированном ПО Visual Studio 2017 Enterprise и предполагает большой объем работы с ПК, поэтому важным критерием безопасности является организация рабочего места и режима трудовой деятельности. Область применения данного проекта – от фирм, занимающихся проектированием новых зданий и дорог до крупных предприятий топливно-энергетического комплекса и нефтегазодобычи. Актуальность работы заключается в оптимизации процессов конвертации и обмена картографическими данными при выполнении задачи проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи, сокращение числа ошибок при обмене данными, ускорении времени передачи картографических данных.

5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.2.1. Правовые нормы трудового законодательства

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно сокращение рабочего времени. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Также рабочее время зависит от условий труда: для работников, работающих на рабочих местах с вредными условиями для жизни - не больше 36 часов в неделю.

Вид трудовой деятельности за компьютерным устройством (компьютер, мобильное устройство), в рамках выполнения выпускной квалификационной

работы, соответствует группе В – творческая работа в режиме диалога с компьютерным устройством. Категория данной трудовой деятельности соответствует III (до 6 часов непосредственной работы за компьютером).

Продолжительность непрерывной работ за компьютерным устройством, без регламентированного перерыва, не должна превышать 2 часа. Длительность регламентированных перерывов составляет 20 минут (после 1,5 – 2,0 часа от начала рабочей смены и обеденного перерыва).

Также, необходимо уделять время нерегламентированным перерывам (микропаузы), длительность которых составляет 1 – 3 минуты [56].

5.2.2. Требования к организации и оборудованию рабочих мест

Рабочее место – это часть рабочей зоны. Оно представляет собой место постоянного или временного пребывания работника в процессе трудовой деятельности. Рабочее место должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать возможность удобного выполнения работ;
- учитывать физическую тяжесть работ;
- учитывать размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего;
- учитывать технологические особенности процесса выполнения работ.

Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [57].

Работа программиста связана с постоянной работой за компьютером, следовательно, могут возникать проблемы, связанные со зрением. Также неправильная рабочая поза может оказывать негативное влияние на здоровье. Таким образом, неправильная организация рабочего места может послужить причиной нарушения здоровья и появлением психологических расстройств.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»:

- яркость дисплея не должна быть слишком низкой или слишком высокой;
- размеры монитора и символов на дисплее должны быть оптимальными;
- цветовые параметры должны быть отрегулированы таким образом, чтобы не возникало утомления глаз и головной боли.
- опоры для рук не должны мешать работе на клавиатуре;
- верхний край монитора должен находиться на одном уровне с глазом, нижний – примерно на 20° ниже уровня глаза;
- дисплей должен находиться на расстоянии 45-60 см от глаз;
- локтевой сустав при работе с клавиатурой нужно держать под углом 90° ;
- каждые 10 минут нужно отводить взгляд от дисплея примерно на 5-10 секунд;
- монитор должен иметь антибликовое покрытие;
- работа за компьютером не должна длиться более 6 часов, при этом необходимо каждые 2 часа делать перерывы по 15-20 минут;
- высота стола и рабочего кресла должны быть комфортными [64].

Требования к организации рабочего места представлены на рис. 5.1.



Рисунок 5.1. Организация рабочего места

При планировании рабочего помещения необходимо соблюдать нормы полезной площади и объема помещения.

Рабочий кабинет имеет следующие размеры: длина помещения – 9 м; ширина – 5 м; высота – 4 м.

Рабочее помещение представляет собой комнату площадью 45 м² и объемом 180 м³. Одновременно в рабочем помещении находится 8 человек, следовательно, на одного человека приходится около 22,5 м³ объема помещения и около 8 м² площади, что удовлетворяет требованиям санитарных норм, согласно которым для одного работника должны быть предусмотрены площадь величиной не менее 5 м² и объем не менее 20 м³ с учетом максимального числа одновременно работающих в смену [58].

5.3. Производственная безопасность

Для рассмотрения производственной безопасности проекта необходимо выявить вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть на рабочем месте, и описать мероприятия по защите исследователя и пользователей. Возможные опасные и вредные факторы приведены в таблице 5.1 [59].

Таблица 5.1. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[8]. 2. СНиП 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки [7]. 3. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [6]. 4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (с изменениями на 21 июня 2016 года) [9]. 5. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
2. Превышение уровня шума	+	+	+	
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
4. Повышенный уровень электромагнитных полей	+	+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (электробезопасность)	+	+	+	

5.3.1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Обеспечение в помещениях нормальных метеорологических условий является одним из необходимых условий труда, которые оказывают значительное влияние на тепловое самочувствие человека.

Нормативный документ, который отвечает за гигиенические требования к микроклимату производственных помещений — СанПиН 2.2.4.548-96 [60]. Данный нормативный документ нормирует показатели микроклимата на рабочих местах всех видов производственных помещений. Разработка программного обеспечения для автоматизированного обмена картографическими данными относится к категории Ia [5]. Фактические, оптимальные и допустимые параметры микроклимата на рабочем месте отображены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Кат. раб.	Температура воздуха, °C			Относительная влажность воздуха, %			Скорость движения воздуха, м/с		
		Факт.	Опт.	Доп.	Факт.	Опт.	Доп.	Факт.	Опт.	Доп.
Холодный	Ia	23	22-24	20-25	55	40-60	15-75	0,1	0,1	0,1
Теплый	Ia	24	23-25	21-28	55	40-60	15-75	0,1	0,1	0,1-0,2

Если температура воздуха отличается от нормальной, то время пребывания в таком помещении должно быть ограничено в зависимости от категории тяжести работ. Температура в рассматриваемом помещении в холодное время года может опускаться до 19-21 °C, а в теплое время года подниматься до 25-28 °C. Данные показатели соответствуют допустимым значениям температуры.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. В рассматриваемой аудитории вентиляция осуществляется естественным и механическим путём. В зимнее время в помещении предусматривается система отопления. Это обеспечивает нормальное состояние здоровья работников в аудитории [60].

5.3.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Повышенный уровень шума является наиболее распространенным вредным фактором на рабочем месте, который воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Под действием шума ухудшается речевая коммуникация человека, снижается его реакция, а также проявляется усталость.

Источниками шума на рабочем месте оператора являются принтеры, вентиляторы систем охлаждения, множительная техника, осветительные приборы дневного света, а также шумы, проникающие извне.

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места разработчика-программиста согласно вышеуказанному ГОСТ 12.1.003-2014 представлены в табл. 5.3 [61].

Таблица 5.3. Предельно допустимые уровни звука

Вид трудовой деятельности/ Частоты	Уровни звука и звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Научная деятельность, проектирование, программирование, Рабочие места проектно- конструкторских бюро, программистов вычислительных машин и т.д.	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Уровень шума на рабочих местах не должен превышать значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [62] и составлять не более 50 дБА.

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы.

5.3.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны оказывает негативное влияние на зрительную систему человека. Другими словами, вызывает усталость

центральной нервной системы, снижает концентрацию внимания, что ведет к снижению производительности труда.

Основным показателем качества освещения является освещенность E - поверхностная плотность светового потока. По характеристике зрительной работы труд программиста относится к разряду III подразряду Г (высокой точности), т.е. наименьший размер объекта различения от 0,3 до 0,5 мм (точка). Это значит, что нормативное значение освещенности рабочего места должно быть 300 лк (СП 52.13330.2016) [63].

Рассчитаем фактическую освещенность рассматриваемой учебной аудитории.

Данные для расчета:

- размеры помещения: $A = 9$ м; $B = 5$ м; $H = 4$ м; $S = 45$ м²;
- количество рядов светильников $N = 8$;
- высота рабочей поверхности $h_p = 0,7$ м;
- коэффициент отражения стен $\rho_{ст} = 50$ %;
- коэффициент отражения потолка $\rho_{п} = 70$ %;
- коэффициент запаса для помещения с малым выделением пыли $K_z = 1,5$;
- коэффициент неравномерности освещения $Z = 1,1$;
- параметр для светильника типа ОДР с защитной решеткой $\lambda = 1,1-1,3$;
- световой поток одной лампы $\Phi_1 = 2500$ лм.

Рассчитаем индекс помещения i по формуле 8:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} \quad (8)$$

Индекс помещения в 402 аудитории 10 корпуса $i = 0,8$.

Исходя из значения индекса помещения определили коэффициент использования светового потока $\eta = 40$ %. Требуемый световой поток нашли по формуле 9:

$$\Phi = \frac{E_{\Pi} * S * K_3 * Z * 100\%}{N * \eta} \quad (9)$$

В результате получили значение $\Phi = 13137,13$ лм. В каждом светильнике 6 ламп со световым потоком 2500 лм. Таким образом, необходимое число светильников в ряду должно быть равно одному.

Рассчитаем фактическое освещение в рабочей аудитории. Получаем значение светового потока $\Phi = 30000$ лм для 1 ряда светильников, т.е. для 8 светильников по 6 ламп в каждом. На основании полученного значения рассчитали фактическое значение освещения в помещении по формуле 10:

$$E_{\text{факт}} = \frac{N * \Phi * \eta}{S * K_3 * Z * 100\%} \quad (10)$$

В результате получили значение $E_{\text{факт}} = 432,86$ лк.

Рассчитаем численную оценку разности между фактическим значением освещенности и нормативным по формуле 11:

$$\Delta E = \frac{(E_{\text{факт}} - E_{\text{н}})}{E_{\text{н}}} * 100\% = 44,2 \% \quad (11)$$

где ΔE – показатель разности между фактической освещенностью и нормативной; $E_{\text{факт}}$ – фактическое значение освещенности; $E_{\text{н}}$ – нормативное значение освещенности.

Согласно расчетам, можно сделать вывод, что в аудитории подходящая система освещения и удовлетворяет нормам освещения, при этом даже избыточно число светильников, поэтому их одновременная работа не нужна.

5.3.4. Повышенный уровень электромагнитных полей

Компьютерная техника, как любой электрический прибор, производит электромагнитное излучение. В таблице 5.4 представлены временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых компьютерами на рабочих местах, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12 [64].

Таблица 5.4. Временные допустимые уровни электромагнитных полей

Наименование параметров		Временные допустимые уровни электромагнитных полей
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 5 кГц-400 кГц	25 нТл
Поверхностный видеомонитора	электростатический потенциал экрана	500В

Для того, чтобы снизить воздействие таких видов излучения, рекомендуют применять такие мониторы, у которых уровень излучения понижен (MPR-II, TCO-92, TCO-99), а также установить защитные экраны и соблюдать режимы труда и отдыха.

5.3.5. Электробезопасность

Поражение электрическим током является одним из опасных факторов на рабочем месте. Опасность поражения электрическим током определяется величиной тока проходящего через тело человека I или напряжением прикосновения U . Напряжение считается безопасным при напряжении прикосновения $U < 42$ В.

Результатом воздействия на организм человека электрического тока могут быть электротравмы, электрические удары и даже смерть (согласно ГОСТ 12.1.019-2017 [65]).

Для того, чтобы защититься от поражения электрическим током, необходимо:

- обеспечить недоступность токоведущих частей от случайных прикосновений;
- электрическое разделение цепи;
- устранить опасности поражения при проявлении напряжения на разных частях.

Таблица 5.5 отображает предельно допустимые значения напряжения прикосновения и тока на рабочем месте (согласно ГОСТ 12.1.038-82 [66]).

Таблица 5.5. Допустимые значения напряжения прикосновения и тока

Род тока	Напряжения прикосновения, В	Ток, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Постоянный	8,0	1,0

По электробезопасности рабочее место относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Данный фактор характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

5.4. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность и охрана окружающей среды являются одними из важнейших факторов при выполнении работ любого характера. При работе в офисном помещении за персональным компьютером отсутствуют выбросы в окружающую среду и нет влияния на жилищную зону.

Поскольку при разработке данной магистерской диссертации использовался компьютер, необходимо помнить о правильной утилизации компьютерного лома после выхода из строя данного ПК. В соответствии с постановлением правительства №340 [67] юридическим лицам запрещено самостоятельно утилизировать компьютерную технику. Необходимо найти организацию, которая занимается утилизацией в частном порядке.

В нормативном документе СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12 [64], даются следующие общие рекомендации по снижению опасности для окружающей среды, исходящей от компьютерной техники:

- применять оборудование, соответствующее санитарным нормам и стандартам экологической безопасности;
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- отходы в виде компьютерного лома утилизировать;
- использовать экономные режимы работы оборудования.

5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация при работе в офисе — это пожар [68]. Рабочее место относится к категории «В» (пожароопасные), потому что в данном помещении присутствует пыль, вещества и материалы, способные при взаимодействии с воздухом только гореть [69].

Возникновение пожара может быть обусловлено следующими факторами:

- возникновением короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгоранием устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгоранием мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгоранием устройств искусственного освещения.

При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС. В случае если система не сработала, то необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить точный адрес места возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.

Для предотвращения пожара в аудитории с ПЭВМ имеется:

- углекислотный огнетушитель типа ОУ-2 (данный тип огнетушителя подходит для помещений с электрооборудованием (ГОСТ Р 51057-2001[70]);
- пожарная сигнализация ДИП-3СУ (извещатель пожарный, дымовой оптико-электронный точечный) [70].

Также представлен план эвакуации четвертого этажа 10 корпуса (рис. 5.2).



Рисунок 5.2. План эвакуации при чрезвычайных ситуациях

5.6. Результаты оценки безопасности труда и окружающей среды

Помещение удовлетворяет всем необходимым нормам для выполнения работы: норма рабочего места составляет 5 м² на одного человека, система освещения сохраняет допустимое отклонение освещенности, приняты меры для уменьшения воздействия шума, микроклимат помещения в пределах нормы, приняты меры по понижению уровня излучения мониторов.

Требования к электрической и пожарной безопасности соблюдены: проводится ознакомление с правилами электробезопасности, имеется углекислотный огнетушитель и пожарная сигнализация.

Для организации рабочего места были соблюдены требования согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [60]. Были приведены рекомендации для защиты от возможных угроз для безопасности жизнедеятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе изучения задачи проектирования промышленных объектов нефтегазодобычи были выявлены проблемы обмена картографическими данными между настольными ГИС и САПР. Для изучения способов передачи данных между ГИС и САПР было проведено исследование бизнес-процессов предприятия в задаче проектирования новых промышленных объектов, изучены способы обмена картографическими данными и сформированы критерии на основании потребностей заказчика. В результате представленные способы обмена картографическими данными были признаны непригодными для данной задачи. В связи с невозможностью передачи картографических данных напрямую без сохранения их в файл было предложено интеграционное решение, обеспечивающее автоматизированный обмен данными между настольной САПР и серверной ГИС.

Для сокращения времени обмена картографическими данными и сокращения временных, трудовых и финансовых затрат были оптимизированы бизнес-процессы предприятия обмена картографическими данными за счет автоматизации процессов обмена через предложенное интеграционное решение. Оно производит обмен данными напрямую между ГИС и САПР.

После оптимизации бизнес-процессов были сформулированы рекомендации к проектированию интеграционного решения, на основании которых была описана диаграмма вариантов использования. На основании требований к интеграционному решению было спроектирована и обоснована трехзвенной архитектура с разделением интеграционного решения на 2 компонента: плагин и веб-сервис. На основании предложенной архитектуры были реализованы компоненты интеграционного решения, описаны диаграммы классов компонентов и произведена апробация интеграционного решения на примере обустройства нефтяного месторождения. Апробация показала работоспособность интеграционного решения: при импорте карты в САПР загружается успешно участок карты, при экспорте чертежа из САПР он успешно отображается в серверной ГИС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. САПР/ГИС // SoftLine [Электронный ресурс]. – URL: https://softline.ru/uploads/softline_about/materials/broshyura_sapr_gis_mal.pdf (дата обращения 03.02.2019).
2. В.П. Батрашкин, Р.Р. Исмагилов, Р.А. Панов (ООО «Газпромнефть-Развитие»), А.Ф. Можиль, Н.З. Гильмутдинова, Д.Е. Дмитриев, Научно-Технический Центр «Газпром нефти» (ООО «Газпромнефть НТЦ») Интегрированное концептуальное проектирование как инструмент системного инжиниринга [Электронный ресурс]. – URL: <https://ntc.gazprom-neft.ru/research-and-development/papers/13684/> (Дата обращения 02.02.2019).
3. Сравнение методов моделирования в ГИС и САПР // Лекция [Электронный ресурс]. – URL: <https://lektsia.com/4x55c7.html> (дата обращения 05.02.2019).
4. Общие диаграммы // Моделирование на UML [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.book.uml3.ru/about> (дата обращения 06.02.2019).
5. Зайцева М.А., Дорофеев С.Ю., Кошевой С.Е. Визуально интерактивная технология интеграции САПР и ГИС // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сб. трудов VII Всеросс. Научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – С. 52–54.
6. Migrating from GIS to CAD // GIS.stackovernet [Электронный ресурс]. – URL: <https://gis.stackovernet.com/ru/q/1694> (дата обращения 16.02.2019).
7. HTTP и HTTPS // HostIQ Wiki – Википедия хостинга от HOSTiQ.ua [Электронный ресурс]. – URL: <https://hostiq.ua/wiki/http-https/> (дата обращения 11.02.2019).
8. JSON и XML. Что лучше? // Habr [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/31225/> (дата обращения 26.02.2019).
9. Пересылка больших файлов без проблем // Компьютер Пресс [Электронный ресурс]. – URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=23161> (дата обращения 09.03.2019).

10. Что такое база геоданных? // ArcGIS Help [Электронный ресурс]. – URL: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm> (дата обращения: 07.02.2019).
11. Архитектура «клиент-сервер» с примерами // Заметки на полях [Электронный ресурс]. – URL: <https://zametkinapolyah.ru/servera-i-protokoly/o-modeli-vzaimodejstviya-klient-server-prostymi-slovami-arxitektura-klient-server-s-primerami.html> (дата обращения: 16.02.2019).
12. Многоуровневая архитектура примерами // METANIT.COM - Сайт о программировании [Электронный ресурс]. – URL: <https://metanit.com/sharp/mvc5/23.5.php> (дата обращения: 15.02.2019).
13. Web Feature Service (WFS) and Web Map Service (WMS) // Springer Link [Электронный ресурс]. – URL: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-0-387-35973-1_1480/ (дата обращения: 23.02.2019).
14. Web Map Service // Open Geo Spatial [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (дата обращения 24.02.2019).
15. Web Feature Service // Open Geo Spatial [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.opengeospatial.org/standards/wfs> (дата обращения 25.02.2019).
16. Веб-сервисы в теории и на практике для начинающих // Habr [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/46374/> (дата обращения 22.02.2018).
17. Создание плагинов для AutoCAD с помощью .NET API // Habr [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/post/243305/> (дата обращения 12.04.2019).
18. HTTP-запрос методом GET // Веб-разработка и веб-сервисы [Электронный ресурс]. – URL: <https://webgyru.info/http-zapros-metodom-get> (дата обращения: 08.03.2019).
19. POST-запросы // Документация Яндекс [Электронный ресурс]. – URL: <https://tech.yandex.ru/xml/doc/dg/concepts/post-request-docpage/> (дата обращения: 09.03.2019).

20. Запись данных в формате JSON // Habr [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/230079/> (дата обращения 10.03.2019).
21. Установка и настройка NetBeans // Geekbrains [Электронный ресурс]. – URL: https://geekbrains.ru/posts/netbeans_setup (дата обращения 12.03.2019).
22. IntelliJ IDEA // JetBrains [Электронный ресурс]. – URL: <https://jetbrains.ru/products/idea/> (Дата обращения 13.03.2019).
23. Описание среды разработки Microsoft Visual Studio // JetBrains [Электронный ресурс]. – URL: https://studbooks.net/2258619/informatika/opisanie_sredy_razrabotki_microsoft_visual_studio (дата обращения 15.03.2019).
24. Visual Studio vs. Eclipse: A Programmer's Matchup // Dice [Электронный ресурс]. – URL: <https://insights.dice.com/2013/07/16/visual-studio-vs-eclipse-a-programmers-matchup-2/> (дата обращения: 16.03.2019).
25. Руководство по ASP.NET / METANIT.COM - Сайт о программировании [Электронный ресурс]. – URL: <https://metanit.com/sharp/aspnet5> (дата обращения: 17.03.2019).
26. Symfony Documentation // Symfony [Электронный ресурс]. – URL: <https://symfony.com/doc/current/index.html#gsc.tab=0> (дата обращения: 18.03.2019).
27. Тот самый PHP-фреймворк для веб-ремесленников // Laravel по-русски [Электронный ресурс]. – URL: <https://laravel.ru/> (дата обращения: 19.03.2019).
28. Веб-фреймворк Django (Python) // MDN web docs [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Server-side/Django> (дата обращения: 20.03.2019).
29. Ruby on Rails // Веб-разработка с удовольствием [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rubyonrails.ru/> (дата обращения: 21.03.2019).
30. Spring Framework // Spring [Электронный ресурс]. – URL: <http://spring-projects.ru/projects/spring-framework/> (дата обращения: 22.03.2019)

31. Руководство по ASP.NET MVC 5 // METANIT.COM - Сайт о программировании [Электронный ресурс]. – URL: <https://metanit.com/sharp/aspnet5> (дата обращения: 23.03.2019).
32. Начало работы с Node.js // Медиум [Электронный ресурс]. – URL: <https://medium.com/devschacht/node-hero-chapter-1-239f7afeb1d1> (дата обращения: 24.03.2019).
33. Why AngularJS? // AngularJS [Электронный ресурс]. – URL: <https://angularjs.org/> (дата обращения: 25.03.2019).
34. Введение в Web API // METANIT.COM - Сайт о программировании [Электронный ресурс]. – URL: <https://metanit.com/sharp/mvc/12.1.php> (дата обращения: 28.03.2019).
35. Контроллеры и их действия // METANIT.COM - Сайт о программировании [Электронный ресурс]. – URL: <https://metanit.com/sharp/mvc/12.1.php> (дата обращения: 01.04.2019).
36. Разработка .NET-приложений для AutoCAD в рамках архитектуры MVC // Habr [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/97178/> (дата обращения: 08.04.2019).
37. Первый опыт написания плагинов для Autocad на C# // Habr [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/148844/> (дата обращения: 11.04.2019).
38. Создание плагинов для AutoCAD с помощью .NET API (часть 1 – первые шаги) // Habr [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/235723/> (дата обращения: 13.04.2019).
39. Вебинар Обустройство нефтяных месторождений в AutoCAD. Проектирование и расчеты 2013 09 10 // YouTube [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=90JkTDd67h0> (дата обращения: 20.03.2019).
40. ESRI ArcGIS // ArcGIS [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.arcgis.com/home/index.html> (дата обращения: 20.05.2019).

41. Сегментирование рынка от А до Я // Powerbranding [Электронный ресурс]. – URL: <http://powerbranding.ru/segmentirovanie/rynok-uslug/> (Дата обращения 13.03.2019).
42. Конкурентный анализ рынка «с нуля» // Powerbranding [Электронный ресурс]. – URL: <http://powerbranding.ru/competition/analiz-konkurentov/> (Дата обращения 18.03.2019).
43. Технология оценки бизнеса QuaD // Центр Креативных Технологий [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.inventech.ru/technologies/quad/> (Дата обращения 23.03.2019).
44. Волкова Л. Методика проведения SWOT-анализа // M-arket [Электронный ресурс]. – URL: http://market.narod.ru/S_StrAn/SWOT.html (Дата обращения 28.03.2019).
45. Диаграмма Исикавы // Энциклопедия производственного менеджера [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/diagramma-isikavy.html> (Дата обращения 28.03.2019).
46. Шепеленко Г.И. Экономика, организация и планирование производства на предприятии: Учебное пособие / Г. И. Шепеленко. – 2-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2000. – 544 с. – ISBN 5-241-00014-3.
47. Дульзон А.А. Управление проектами. - Томск: Издательство ТПУ, 2010.
48. Методическая поддержка центров коммерциализации технологий /под ред. А.Бретта, О.Лукши. – М.:ЦИПРА РАН, 2006. – 368 с.
49. Планирование научно-исследовательской работы // Nord [Электронный ресурс]. – URL: <http://nordengineering.ru/planirovanie-nauchno-issledovatelskoj-raboty.html> (Дата обращения 02.04.2019).
50. Кибиткин А. И., Дрождинина А. И., Мухомедзянова Е. В., Скотаренко О. В. Учет и анализ в коммерческой организации // Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.monographies.ru/en/book/view?id=158> (Дата обращения 08.04.2019).

51. Gantt chart // GanttProject [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ganttproject.biz/> (Дата обращения 11.04.2019).
52. Вольфсон, Б.Л. Гибкое управление проектами и продуктами - Санкт-Петербург: Питер, 2015.
53. Бюджет научно-технического исследования (НТИ) // Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <https://monographies.ru/en/book/section?id=12821> (Дата обращения 23.04.2019).
54. Формула заработной платы // Solverbook [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.solverbook.com/spravochnik/formuly-po-ekonomike/formula-zarabotnoj-platy/> (Дата обращения 06.05.2019).
55. Пример расчета и начисления заработной платы // Налоги и бухгалтерия. Онлайн Журнал [Электронный ресурс]. – URL: <http://online-buhuchet.ru/primer-nachisleniya-zarabotnoj-platy/> (Дата обращения 13.05.2019).
56. Статья 11 ТК РФ. Действие трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права // Трудовой кодекс РФ 2019 Актуальная редакция с Комментариями по состоянию на 09.02.2019 [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]. – URL: <http://tkodeksrf.ru/ch-1/rzd-1/gl-1/st-11-tk-rf> (дата обращения 01.06.2019).
57. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
58. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
59. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
60. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
61. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

62. СНиП 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
63. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
64. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
65. ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
66. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с изменением №1).
67. Постановление правительства РФ №340. О порядке установления требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_100515/ (дата обращения 13.05.2019).
68. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 07.03.2019) "О противопожарном режиме" (вместе с "Правилами противопожарного режима в Российской Федерации") // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/c64b62da9843a678eebf080a980dcbb6747600fb/ (дата обращения 13.05.2019).
69. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
70. ГОСТ Р 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ЗА 2017-2019 УЧЕБНЫЕ ГОДЫ

1. Сертификат II степени за победу в конкурсе на назначение повышенной государственной академической стипендии "За достижения в общественной деятельности", осень 2017/2018.
2. Победитель конкурса на назначение стипендии Правительства РФ по ПНР (приказ №2713 от 28.02.2018 г. «Об итогах конкурса на назначение стипендии Правительства РФ по ПНР на весенний семестр 2017-2018 уч.года» для студентов).
3. Победитель конкурса на назначение стипендии Президента РФ по ПНР (приказ №5162 от 19.04.2018 г. «О назначении стипендии Президента РФ студентам ТПУ, обучающимся по специальностям или направлениям подготовки, соответствующим приоритетным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики на 2018-2019 уч. год").
4. Диплом победителя конкурса Стипендиальной программы Владимира Потанина 2018-2019 гг.
5. Сертификат III степени за победу в конкурсе на назначение повышенной государственной академической стипендии "За достижения в общественной деятельности", весна 2017/2018.
6. Сертификат II степени за победу в конкурсе на назначение повышенной государственной академической стипендии "За достижения в научно-исследовательской деятельности", осень 2018/2019.
7. Сертификат II степени за победу в конкурсе на назначение повышенной государственной академической стипендии "За достижения в научно-исследовательской деятельности", весна 2018/2019.
8. Диплом III степени за доклад на тему "Разработка IP-core для соединения интерфейсов AXI и SPI с использованием микропроцессорных систем в связке с ПЛИС" на всероссийской научной конференции молодых ученых "Наука. Технологии. Инновации" - НТИ-2017.
9. Сертификат об успешном прохождении курса по техническому английскому языку от компании Enbisis.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ЗА ПЕРИОД ОБУЧЕНИЯ В МАГИСТРАТУРЕ

1. Старшинов В. С, Кожина А. В. Влияние тренингов на качество образовательного процесса студентов // Интеллектуальные энергосистемы: материалы V Международного молодёжного форума. В 3т., Томск, 9-13 Октября 2017. - Томск: ТПУ, 2017 - Т. 3 - С. 191-194.
2. Старшинов В. С, Кожина А. В. Кураторская деятельность как технология развития общекультурных компетенций студентов // Интеллектуальные энергосистемы: материалы V Международного молодёжного форума. В 3т., Томск, 9-13 Октября 2017. - Томск: ТПУ, 2017 - Т. 3 - С. 195-197.
3. Старшинов В. С. Разработка функциональной схемы межинтерфейсного адаптера AXI-to-SPI на ПЛИС // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 4-7 Декабря 2017. - Томск: ТПУ, 2018 - С. 161-162.
4. Старшинов В. С. Разработка принципиальной схемы генератора синусоидальных сигналов на основе soft-процессора Microblaze и ПЛИС // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 4-7 Декабря 2017. - Томск: ТПУ, 2018 - С. 163-164.
5. Ткачёв С. А., Старшинов В. С. Разработка мобильной ГИС для поиска спортивных площадок и участников для проведения игровых встреч // Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов в 10 ч, Новосибирск, 4-8 Декабря 2017. - Новосибирск: НГТУ, 2017 - Т. 2 - С. 193-199.
6. Старшинов В. С., Ткачёв С. А. Разработка IP-core для соединения интерфейсов AXI и SPI с использованием микропроцессорных систем в связке с ПЛИС // Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов в 10 ч, Новосибирск, 4-8 Декабря 2017. - Новосибирск: НГТУ, 2017 - Т. 1 - С. 110-117.

7. Старшинов В. С. Натурное моделирование генератора синусоидальных сигналов на макете NI Digital Electronics Board // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов IV Международной конференции, Томск, 5-8 Декабря 2017. - Томск: ТПУ, 2017 - С. 82-86.
8. Старшинов В. С. Имитационное моделирование межинтерфейсного адаптера AXI-to-SPI на ПЛИС // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов IV Международной конференции, Томск, 5-8 Декабря 2017. - Томск: ТПУ, 2017 - С. 79-82.
9. Старшинов В. С., Кремлев И. А. Имитационное моделирование системы массового обслуживания оплаты покупок в торговом центре с применением библиотеки SimEvents // Информационные технологии: материалы 56-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 22-27 Апреля 2018. - Новосибирск: НГУ, 2018 - С. 127.
10. Кремлев И. А., Старшинов В. С. Разработка программного обеспечения для моделирования электромеханических и мехатронных систем // Информационные технологии: материалы 56-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 22-27 Апреля 2018. - Новосибирск: НГУ, 2018 - С. 36.
11. Старшинов В. С., Ткачёв С. А. Программная реализация кредитного скоринга в виде экспертной системы для оценивания платежеспособности клиентов // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов V Международной научной конференции, 17-21 декабря 2018 г., Томск: в 2 ч. — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — Ч. 2. — [С. 100-106].
12. Ткачёв С. А., Старшинов В. С. Реализация серверной части AR-приложения для коллективного обучения // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов V Международной научной конференции, 17-21 декабря 2018 г., Томск: в 2 ч. — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — Ч. 2. — [С. 233-238]

Приложение А

1. BUSINESS PROCESSES ANALYSIS IN DESIGNING INDUSTRIAL OBJECTS TO BE USED IN OIL AND GAS PRODUCTION

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Старшинов Владислав Сергеевич		

Консультант школы отделения информационных технологий ИШИТР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мирошниченко Евгений Александрович	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения иностраннных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сидоренко Татьяна Валерьевна	к.п.н.		

1. BUSINESS PROCESSES ANALYSIS IN DESIGNING INDUSTRIAL OBJECTS TO BE USED IN OIL AND GAS PRODUCTION

1.1. The problem of designing industrial facilities

Currently, the oil and gas industry is one of the most important in the Russian economy. In order to meet the growing demand in hydrocarbons, for both domestic consumption and export, the search and development of new deposits is becoming important.

The field development, the pipeline construction are carried out in accordance with conducting design and pre-design surveys, which include primarily geodetic engineering and geotechnical surveys.

Cartographic and geo-information support in the framework of pre-project surveys is one of the important and urgent issues of design. It includes methods for automating anchoring, transforming and visualizing spatial data, mapping, creating GIS, publishing maps and other types of cartographic products.

TomskRPIoil JSC is engaged in designing (including maintenance and information support) new oil and gas fields, pipelines and others. When servicing a projected or ready-made new industrial facility, a facility maintenance specialist needs to have full information that will be displayed on the map in a digital form. To obtain results in solving this task, it is necessary to interact with several structural units, which in most cases are geographically divided. This project requires close work between 2 divisions: one of them is engaged in technological design, using CAD-products. This unit forms the drawings of objects to construct them in a digital form. The second division is engaged in development and maintenance of geographic information systems. The specificity of the work of this unit is primarily in designing and processing map's images with a high degree of accuracy or in detail.

These units work in close conjunction, so it is necessary to ensure interaction between departments, which is manifested in ensuring the exchange of cartographic data.

To accomplish the task of designing a new object, the GIS operator must provide the designer with a map section on which the new object will be formed. The designer

will create this object using CAD tools at a given map site. As a result of the work, a drawing of the object on the map will be generated. The design results are sent by the designer to the GIS operator, which imports the design results into the GIS for directly further development of the new object.

As an example, it can be a well drilling project where a drawing applied using CAD (Fig. A.1). This drawing will be superimposed on the substrate (Fig. A.2), and later the result will be displayed in the GIS [2] (Fig. A.3).

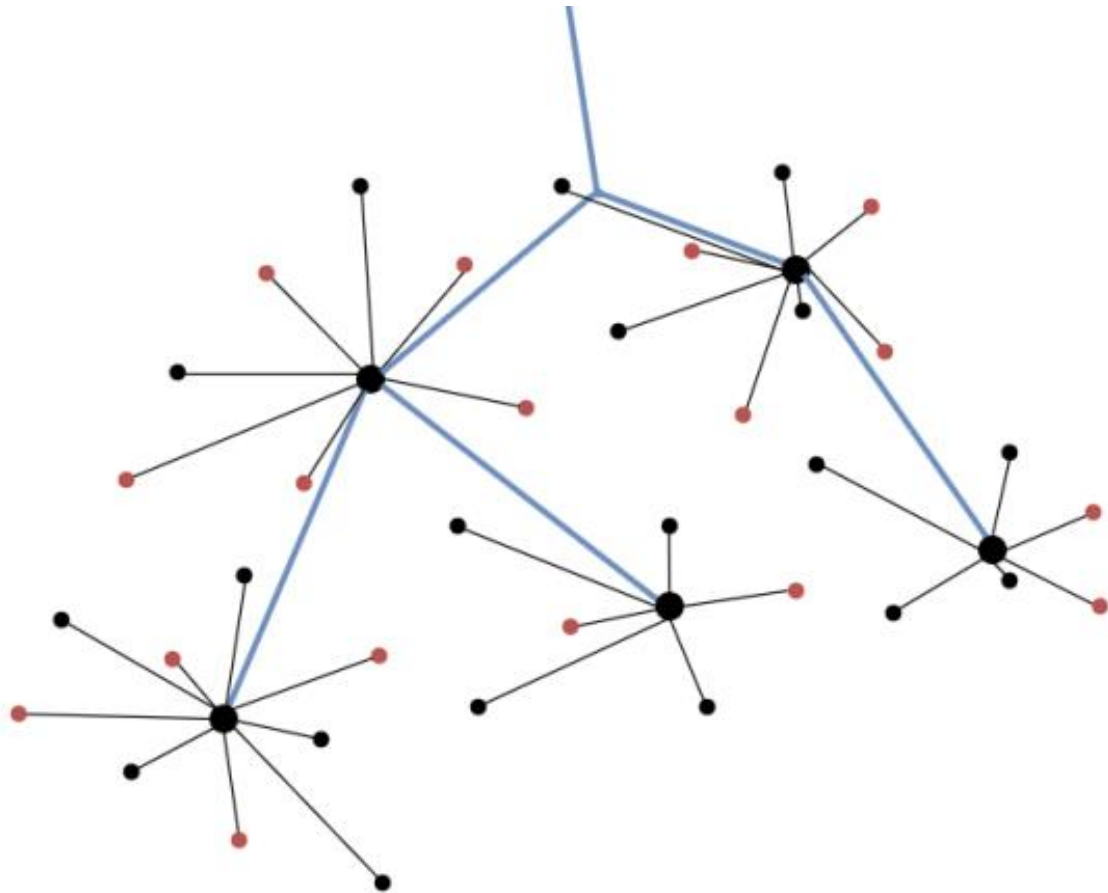


Figure A.1. Well bushes drawing, designed in CAD

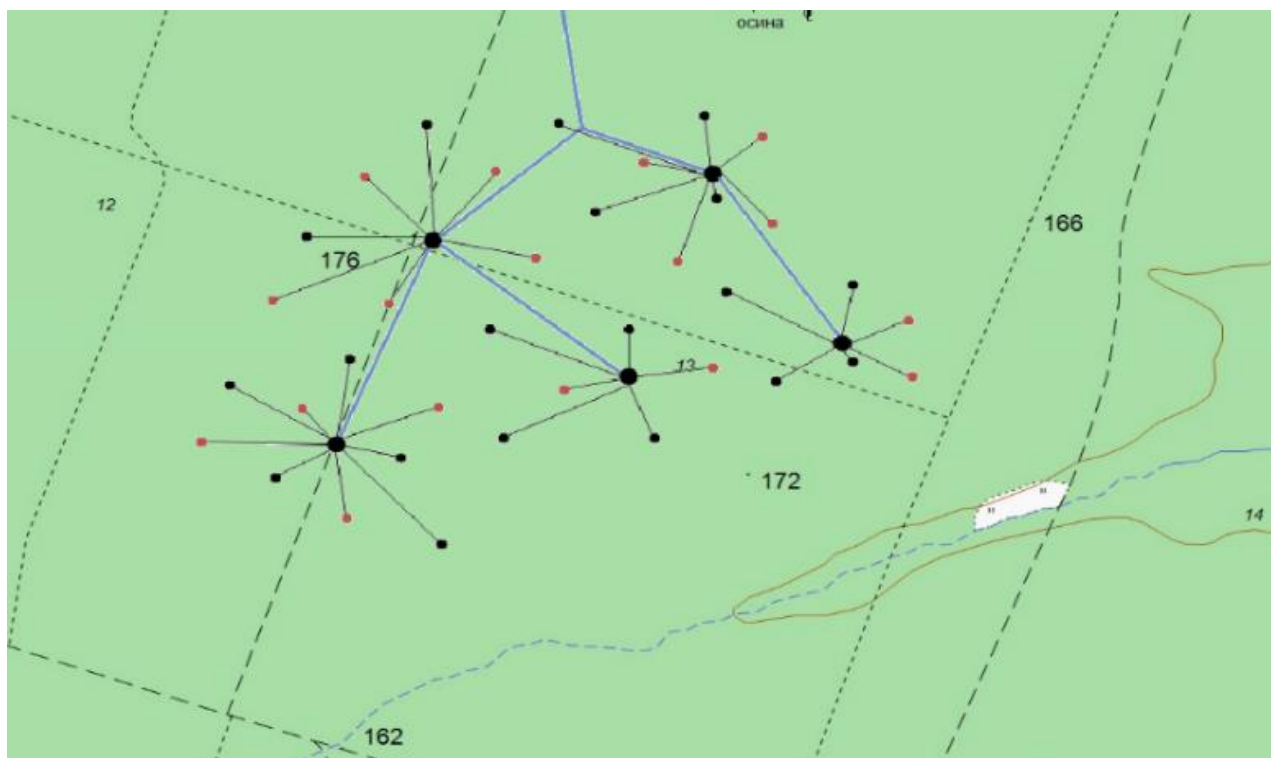


Figure A.2. Result of displaying a drawing with a raster map in CAD

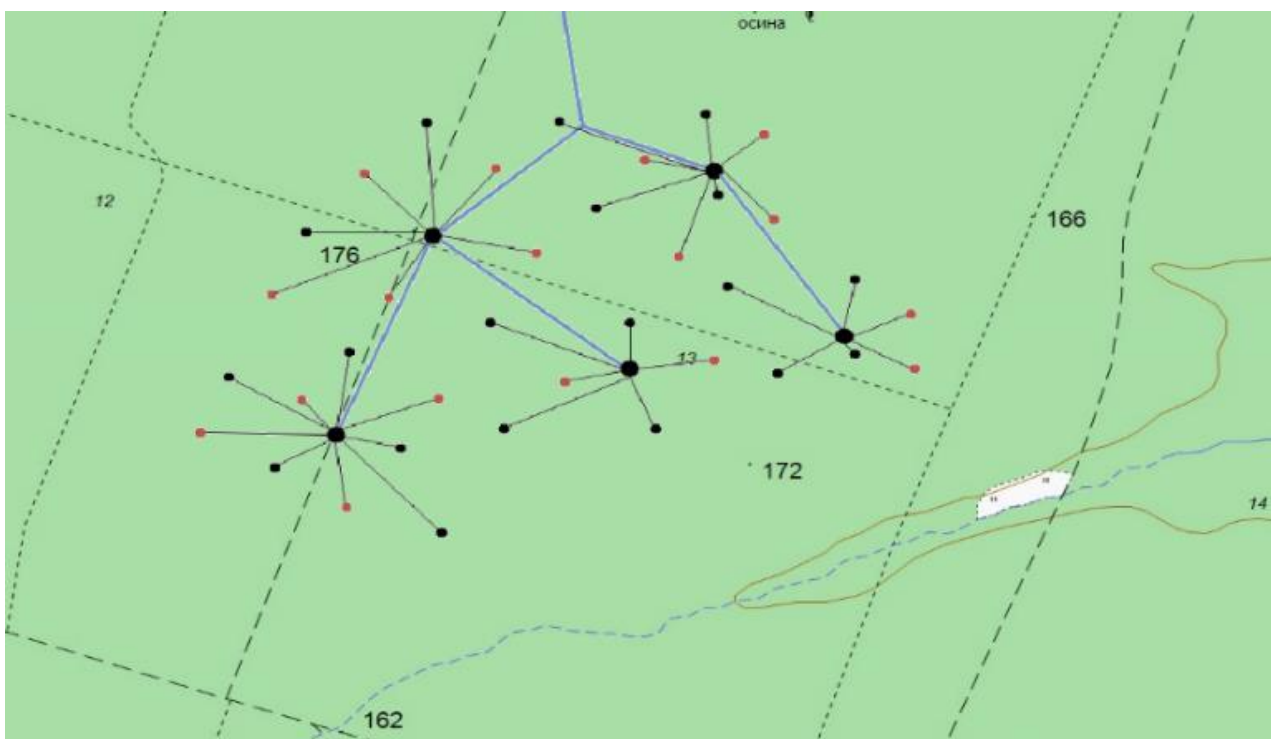


Figure A.3. Result of displaying a projected object in GIS

1.2. Business processes of an enterprise in the task of exchanging cartographic data between performers

When performing the task of designing a new object, close work is required between designers and GIS operators. To model the behavior of the design process of a new object, the need arises for algorithmic detailing and logical implementation of operations that the system can perform. UML activity diagrams are designed to simulate the dynamic aspects of the system behavior, as well as to display sequential or parallel steps of a computational process [3].

When setting the task of designing a new object, the organization's business processes will be considered in the form of 5 precedents:

- 1) request for a site map to design;
- 2) transfer of the map to design an object;
- 3) designing a new facility;
- 4) transfer of the drawing to a GIS operator;
- 5) receiving and checking the display of the drawing on the map in GIS.

Precedent 1. Request for a map area for design

Short description: to design a new object, the designer needs to request a section of the map on which further work will be performed.

The actor of the precedent is a GIS operator.

Basic stream is a request of a map section for design:

- the user logs on to the GIS;
- the user receives information about the map area;
- the user searches for a section of the map using specified data;
- the system displays the specified part of the map;
- the user uses the map export command in the GIS;
- the user saves the card to a file.

Precondition: the user must obtain information about the requested section of the map.

Postcondition: after the successful completion of this precedent, the user can send the file with the map to the designer.

The described activity diagram is presented in Figure A.4.

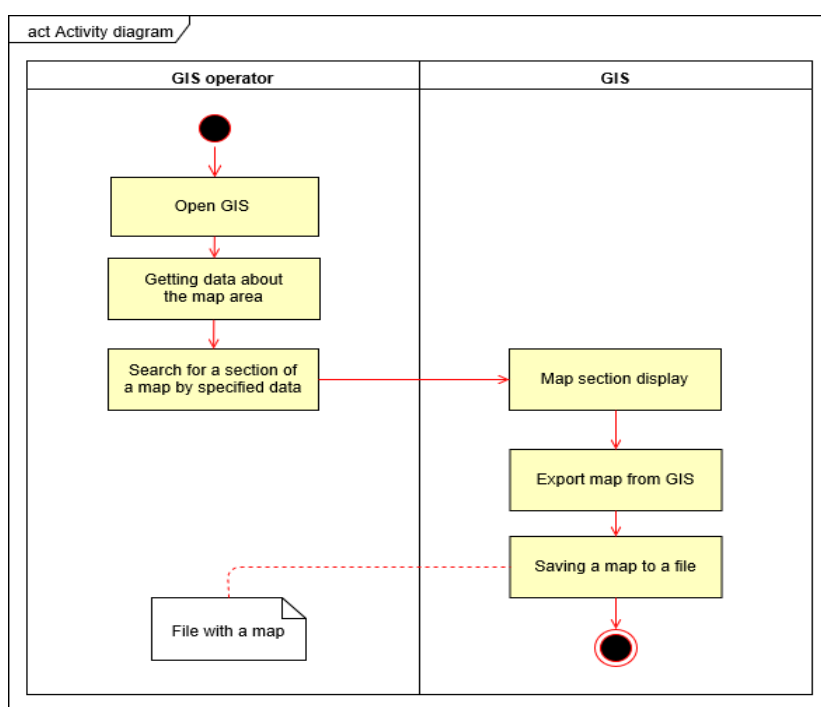


Figure A.4. Activity diagram «Request for a site of a map for design»

This diagram describes the actions of the GIS operator when interacting with the GIS to form the map area that the designer needs for designing a new field. The designer must provide information about the map area. The requested map area will be requested with indication of the location and coordinates of the map borders. The information about the map area designer can report by corporate e-mail, using instant messenger or by phone.

GIS operator searches for a map area according to the data that the designer has informed, after which the GIS will display the section of the map. To export a map from a GIS, you can download it as a file and save it to a computer.

Precedent 2. Transfer of a map for the design of an object

Short description: the received file with the map should be transferred to the GIS operator by the designer to create a drawing of a new object. File transfer can be accomplished in various ways: through file sharing, email, storage media, instant messenger and via FTP protocol. Transferring the card through the information carrier will provide inconvenience for the project participants, since at least one of the project

participants needs to spend time transferring the storage device to another participant, especially if the departments are geographically located in different parts of the city or different cities. When downloading a file to the messenger, there is no guarantee that the file will be completely downloaded, as some of them have restrictions on file size and extensions, therefore messengers and information carriers will not be universal when exchanging cartographic data, therefore, this precedent will consider the process of exchanging cartographic data in the remaining ways.

The actor of the precedent is a GIS operator.

Basic stream 1 is the transfer of a map for designing an object through a file sharing:

- the user logs on to the file sharing service;
- the system requests the login and password of the account;
- the user enters the username and password of the account;
- the system performs the authentication procedure;
- the system displays the file sharing interface;
- the user uploads the file with the map section to the file sharing service;
- the system allows the user to configure the level of access to the file: either by issuing a link with the address of finding the downloaded file, or by providing access via mail;
- the user sends a link to the uploaded file to the designer or enters an email address to provide access to the file.

Alternative flows: if the user has entered incorrect values for the login and password, the system signals a denial of access, therefore, it is necessary to repeat the data entry. If the file is accessed through mail, the user must enter the email address of the designer to provide access to the file. If the file is accessed via a link, the user needs to send this link to the designer.

Precondition: the user must have an account in any of the file sharing.

Postcondition: after the successful completion of this precedent, the user accesses the file either via mail or by reference. The GIS operator should provide the access information to the designer through the relevant communication source.

The activity diagram «Transfer of a card for designing an object through a file sharing» is presented in Figure A.5.

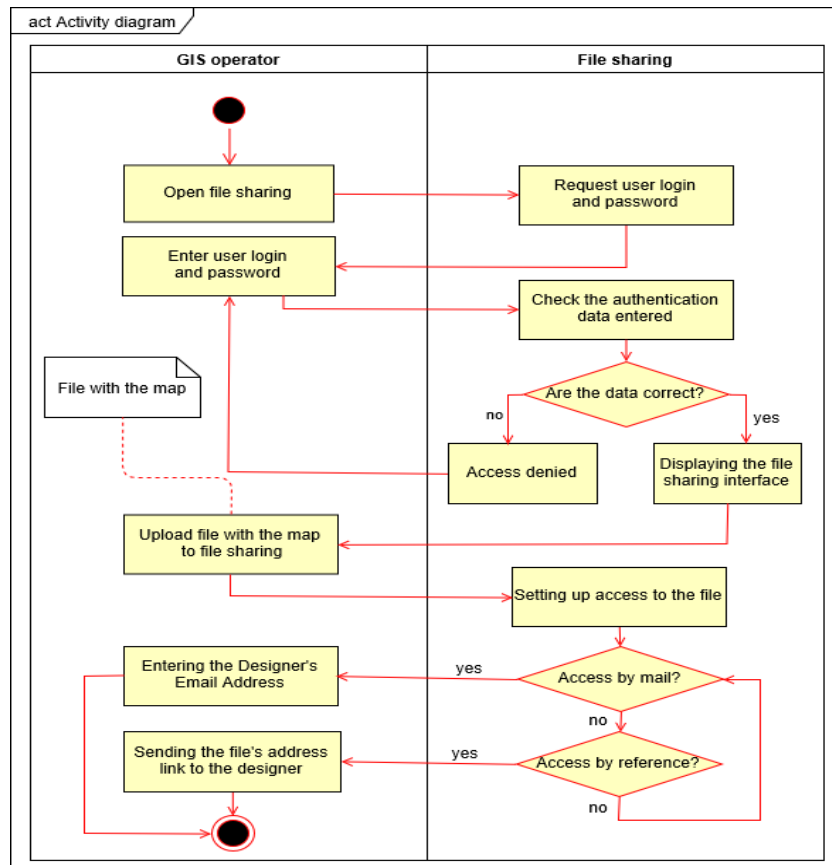


Figure A.5. Activity diagram «Transfer of a map for designing an object through a file sharing»

This diagram describes the actions of the GIS operator when interacting with the file sharing service to download a file with a map section with its further transfer to the designer. The GIS operator loads the map to the file hosting service and provides access to the file to its colleague, the designer, in a manner agreed in advance. GIS-operator can transfer the link and information about the location of the downloaded file in a way that is relevant for both: via an instant messenger or by corporate mail.

Basic stream 2 is the transfer of a map for projecting an object by e-mail:

- the user logs into the mailbox;

- the system requests the login and password of the account;
- the user enters the username and password of the account;
- the system performs the authentication procedure;
- the system displays the interface of the electronic box;
- the user creates a new letter;
- the user uploads a file with a map or a link to a file with a map;
- the user enters the email address of the designer;
- the system notifies the user about the successful delivery of the file.

Alternative flows: if the user has entered incorrect values for the login and password, the system signals a denial of access, therefore, it is necessary to repeat the data entry.

Precondition: the user and the recipient must have an account in any of the email boxes.

Postcondition: after the successful completion of this precedent, the designer receives the file with the map.

The activity diagram «Transfer of the map for the design of the object through e-mail» is presented in Figure A.6.

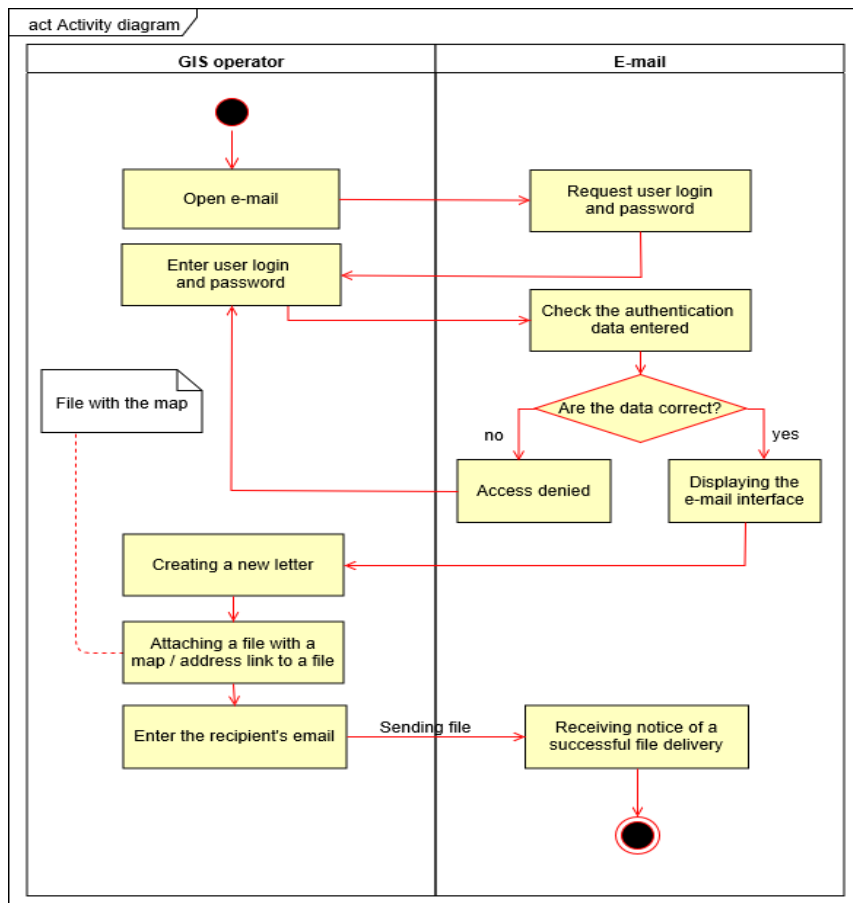


Figure A.6. Activity diagram «Transfer of a card for object design through e-mail»

This diagram describes the actions of the GIS operator when interacting with e-mail to download a file with a map section with further transfer to the designer. GIS-operator loads the file with the map in the letter and sends it by e-mail to the designer.

Basic stream 3 is the transfer of a card for projecting an object via FTP protocol:

- the user logs on to the FTP client;
- the system requests the address, login and password of the server;
- the user enters the address, login and password of the server;
- the system performs the authentication procedure;
- the system provides connection to the server;
- the user uploads the file with the map to the server;
- the system shows the presence of the downloaded file to the user.

Alternative flows: if the user has entered incorrect values for the login and password, the system signals a denial of access, therefore, it is necessary to repeat the data entry.

Precondition: the user and the recipient must have a configured FTP server and know the address, username and password of the server.

Postcondition: after the successful completion of this precedent, the designer receives the file with the map.

The diagram of the activity «Transfer of the map for the design of the object through the FTP protocol» is presented in Figure A.7.

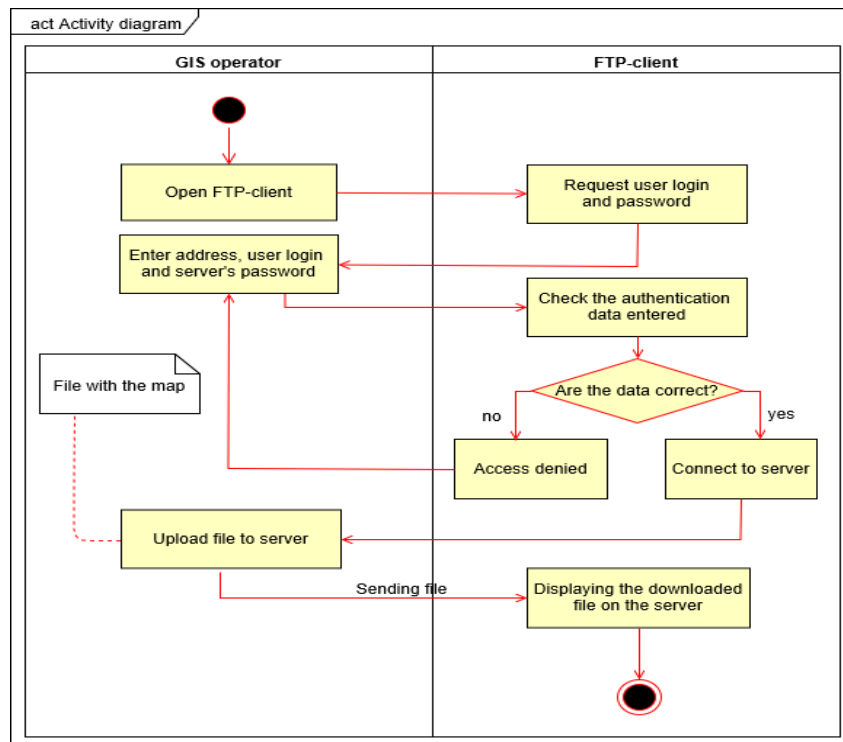


Figure A.7. Activity diagram «Transfer of a map for projecting an object via FTP protocol»

This diagram describes the actions of the GIS operator when interacting with an FTP client to download a file with a map section with its further transfer to the designer. To transfer a file with a map in this way, you must have a pre-configured FTP-server (for example, via FileZilla Server) and know its basic parameters. After installing the FTP client on your PC and entering the data required by the system, you can upload and download files.

Precedent 3. Designing a new object on the received map section

Short description: after sending the file with a map to the GIS operator, the designer needs to get it in the way that is relevant to him: through a file sharing service,

email or an FTP server. After receiving the file with the map, the designer loads it into the CAD system in the form of a cartographic substrate to form a drawing of a new object. The designer saves the design results to a file for sending to the GIS operator.

The actor in the precedent is a designer.

Basic stream is a designing a new object on the received map section:

- the user receives the file with the map in a manner agreed in advance with the GIS operator: through a file sharing service, e-mail or an FTP server;
- the user logs on to the CAD system;
- the system loads the CAD and displays the interface;
- the user loads the file from the card in the CAD;
- the system displays the map as a cartographic substrate;
- the user is designing a new object;
- the system based on the design using CAD tools forms a drawing of the object;
- the system exports the drawing as a file.

Alternative flows: if the user has entered incorrect login and password values in the mailbox or FTP client, the system signals an access denial, therefore, you must repeat the data entry.

Precondition: the user must know how to transfer the file and have information about finding the file.

Postcondition: after the successful completion of this precedent, the designer creates a drawing of a new object.

Activity diagrams «Designing a new object on the received map section» through a file sharing, mail or FTP server are presented in Figures A.8-A.10.

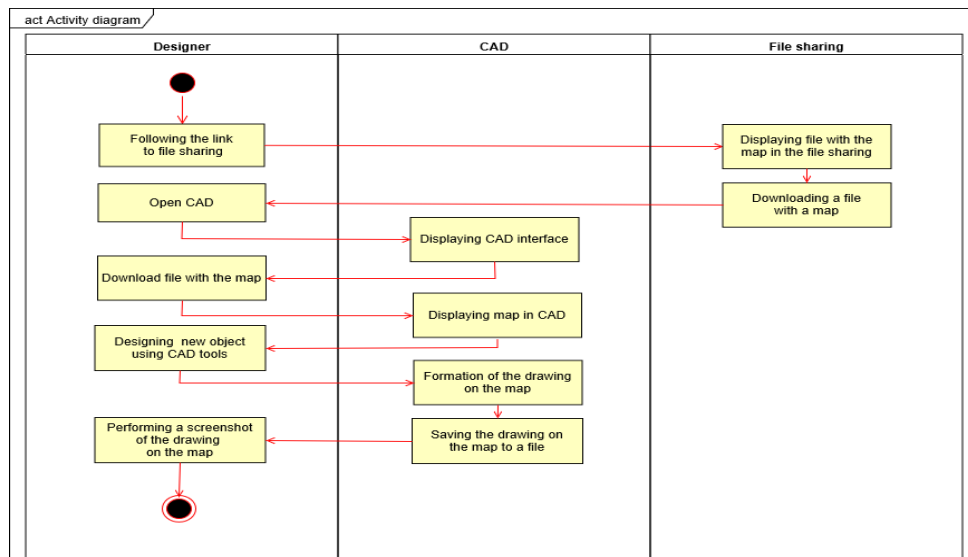


Figure A.8. Activity diagram «Designing a new object on the received map file-sharing site»

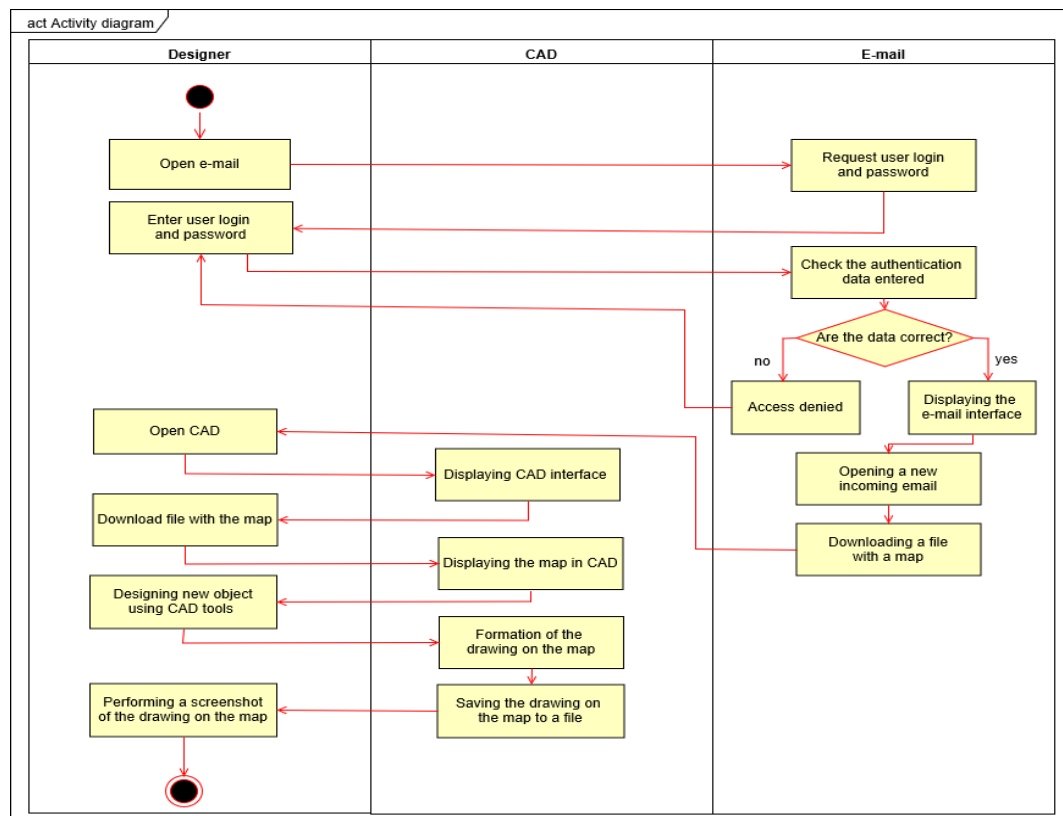


Figure A.9. Activity diagram «Designing a new object on the received map section by e-mail»

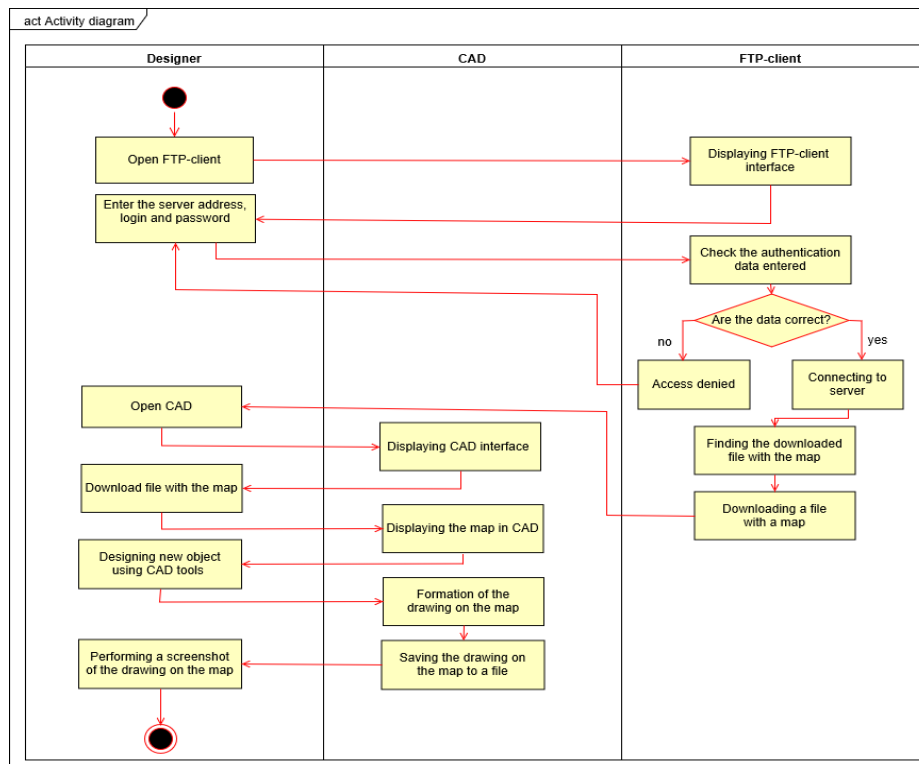


Figure A.10. Activity diagram «Designing a new object on the received map section via an FTP server»

These diagrams describe the actions of the designer when interacting with CAD and cartographic data exchange tools to download a file with a map section in CAD to create a drawing of a new object. After receiving the file, you enter the CAD system and load the map as a cartographic substrate on which the new object will be designed. After forming the drawing, the system allows you to save it to a file for sending to the GIS. To check the correctness of the display in the GIS, a screenshot of the drawing is formed.

Precedent 4. Transferring a file with a drawing to a GIS operator

Short description: a drawing file with a drawing screenshot must be transferred to a GIS operator to complete the process of designing a new field. All processes of transferring a drawing are similar to the processes described in the diagram for use precedent 2. The differences are that instead of the GIS operator these actions are performed by the designer and instead of the file with the map, a drawing on the map and a screenshot of the drawing are transferred.

The actor of the precedent is a designer.

The process of transferring drawing files and drawing screenshots will be considered only through one of the data transfer methods (file sharing) in order to demonstrate the differences with precedent №2. The rest of the data exchange process will be similar to the process described in precedent 2.

The basic stream is the transfer of a file with a drawing to a GIS operator through a file sharing:

- the user logs on to the file sharing service;
- the system requests the login and password of the account;
- the user enters the username and password of the account;
- the system performs the authentication procedure;
- the system displays the file sharing interface;
- the user uploads files with a drawing and a screenshot of the drawing to the file sharing service;
- the system allows the user to configure the level of access to the file: either by issuing a link with the address of finding the downloaded file, or by providing access via mail;
- the user sends a link to the downloaded file to the GIS operator, or enters the email address to provide access to the file.

Alternative flows: if the user has entered incorrect login and password values in the mailbox or FTP client, the system signals an access denial, therefore, you must repeat the data entry.

Precondition: the user must agree on how to transfer files with the recipient - the GIS operator

Postcondition: after the successful completion of this precedent, the GIS operator receives a drawing and a screenshot of the drawing to verify the correctness of the display in GIS.

When considering the exchange of cartographic data, it can be noted that each method of data transfer has its own advantages and disadvantages. Using data exchange methods does not require personal contact, ensures reliable storage of a large amount

of information, as well as the transfer of information. Data exchange by mail is universal and has been practiced by various organizations for a long time, but with a good density of emails, some important messages can be lost, so this task will cause some inconvenience. The use of file hosting services in data exchange tasks allows you to store a lot of information and is rather structured, but at the same time using various file sharing services will confuse users with a large number of saved files with maps. Data exchange via FTP is very convenient because this protocol was specially created for downloading files on a large scale, while for each user you can configure the access rights of folders and files, but in this precedent it is assumed mass access to map information, therefore it is more rational to use the HTTP protocol. The main problem is that all methods involve a large amount of resources, unnecessary time and possible loss of some data during file transfer, therefore, to save time and convenience of working with the system, automation of the process is required.

Precedent 5. Reception and verification of drawing on a map in a GIS

Short description. After the designer has sent the files, the GIS operator needs to accept these files in the way that is relevant to him. The drawing file will be opened with the help of GIS, and a screenshot with the drawing will allow you to check the presence of all elements of the new object.

The actor of the precedent is a GIS operator.

The basic stream is a receiving and checking the display of a drawing on a map in a GIS:

- the user downloads files received from the designer through the actual source for him;
- the user logs on to the GIS;
- the system displays a GIS interface;
- the user loads the drawing into the GIS;
- the system loads and displays the drawing in the GIS;

- the user compares the display of the drawing results with a drawing screenshot for checking the correctness of the data. If all the data is correct, the process is successfully completed, otherwise the drawing is sent for revision.

Alternative flows: in precedent of loss of some data, a screenshot is taken and a message is sent to the designer about the finalization of the drawing.

Precondition: the user must know how to transfer the file and have information about finding the file.

Postcondition: after successful completion of this precedent, the GIS-operator has a finished drawing of a new object and can transfer the design results to direct development.

Activity diagrams «Reception and verification of the display of a drawing on a map in a GIS» when using a file sharing service, e-mail or an FTP server are presented in Figures A.11-A.13.

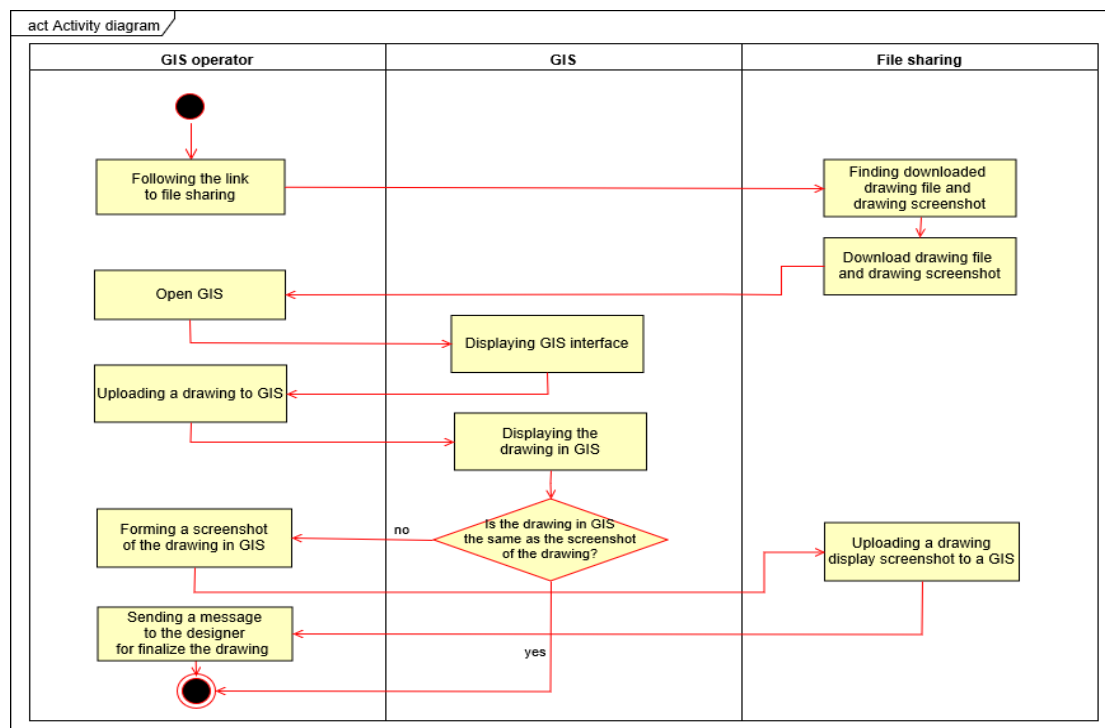


Figure A.11. Activity diagram «Accepting a file from a file sharing service and checking the display of a drawing on a map in a GIS»

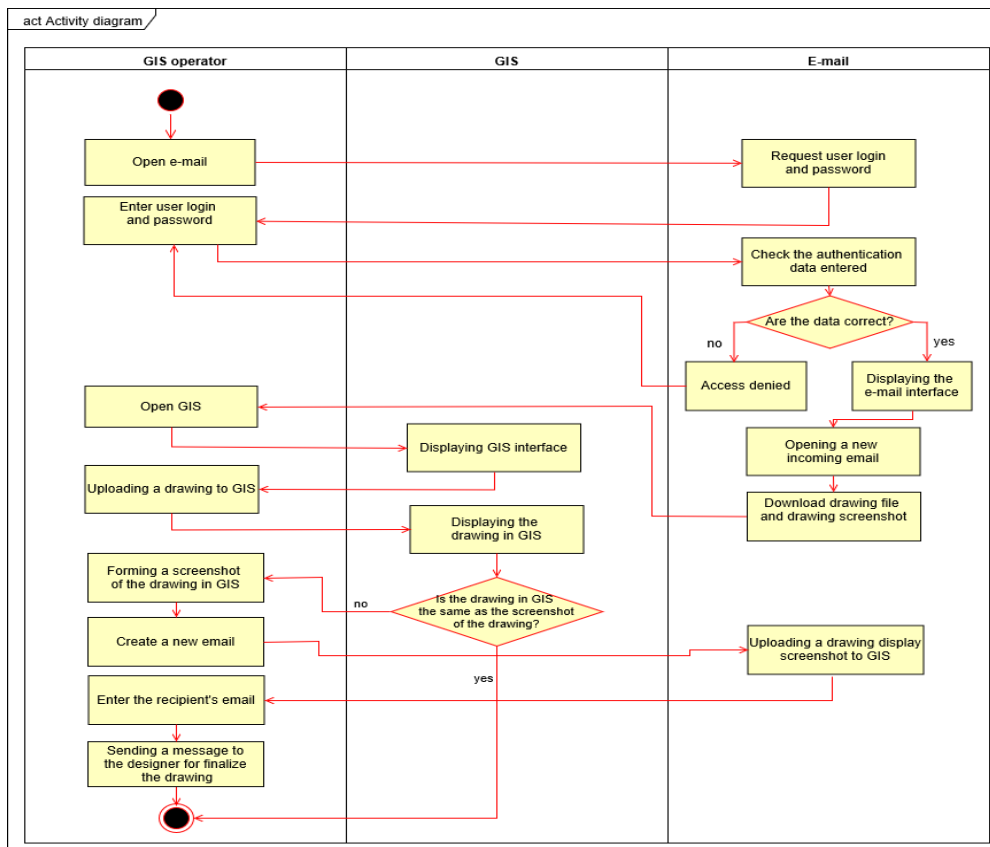


Figure A.12. Activity diagram «Receiving a file by e-mail and checking whether a drawing is displayed on a map in a GIS»

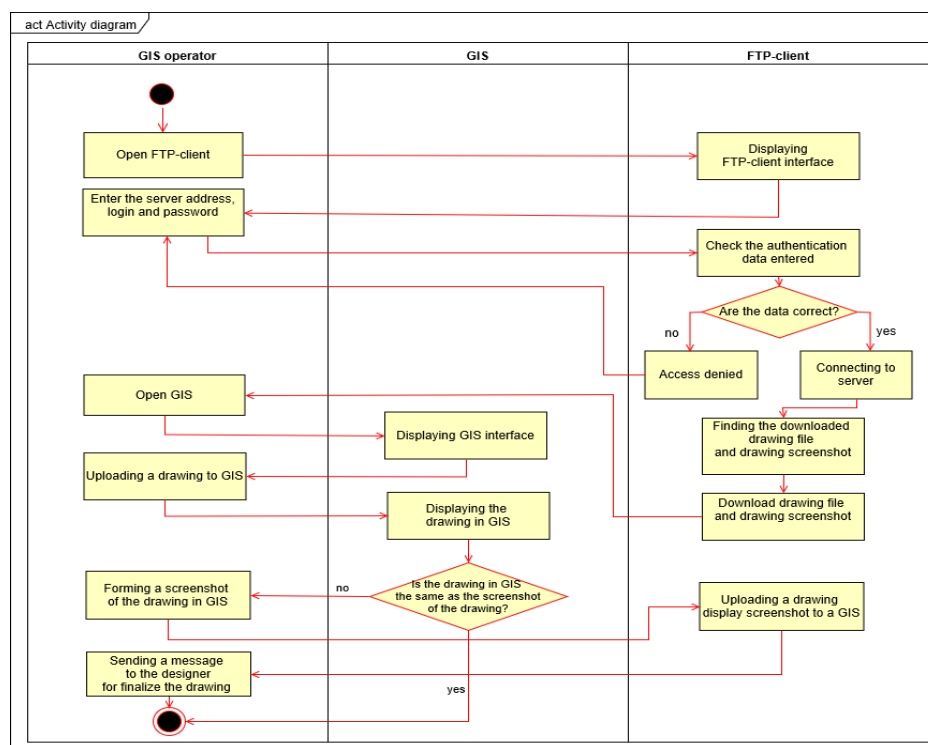


Figure A.13. Activity diagram «Receiving a file via FTP and checking drawing on a map in GIS»

These diagrams describe the actions of a GIS operator when interacting with GIS and cartographic data exchange tools for uploading a drawing file to a GIS for checking the display in the system. After receiving the file, you enter the GIS and upload the drawing. A visual check of the downloaded file with a screenshot will allow you to identify data loss during the import process, if any. If such inconsistencies are identified, the drawing is sent to the designer for revision, and if all the data are correct, the process ends [3-4].

1.3. The results of the study of business processes

In the study of business processes of the enterprise, the problem of transferring cartographic data between performers located in different sections was studied. Considering the situation when departments can be located in different parts of the city or different cities, the option of a personal meeting was excluded, therefore data transmission through the storage medium was excluded, and therefore the most optimal means of exchanging cartographic data were taken in the task of designing industrial facilities: file sharing, e-mail and FTP protocol.

To assess the feasibility of the above means of data exchange between systems criteria were formed:

- the ability to exchange data without a personal meeting of performers;
- data transmission should not last more than 20 s;
- the ability to transfer files without saving to a PC;
- engaging all performers when transferring files;
- guaranteed file delivery to the recipient;
- the possibility of data loss when importing into GIS / CAD.

Table A.1. Comparison of data exchange tools

Criteria	File Sharing	E-mail	Via FTP Client
The ability to exchange data without a personal meeting of performers	+	+	+
Data exchange should not exceed 20 seconds	-	-	+

Ability to transfer files without saving to PC	-	-	-
The use of only 1 artist when transferring files	-	-	-
Guaranteed file delivery to the recipient	+	-	+
No possibility of data loss during file transfer	-	-	+

Based on the above criteria, it can be concluded that these data exchange tools do not meet customer requirements. If the use of third-party resources requires the use of large resources, increases the time of data exchange and admit a possibility of data loss, it is necessary to automate the exchange of cartographic data between systems.

The availability of fast and efficient conversion tools with flexible and adaptive settings, tools for automated designing and data updating would reduce a number of repetitive tasks and, as a result, reduce the time, human and financial costs. You can automate the exchange of cartographic data by transmitting cartographic data directly between systems, taking into account the conversion of data into a single format [5].