

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Информационных технологий и робототехники

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Отделение Информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Проектирование и разработка алгоритмического и программного обеспечения симулятора состояния подземного нефтяного резервуара в режиме реального времени

УДК 004.415:004.925.84:622.692.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6В	Гончаров Аркадий Сергеевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. отделением	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИТ	Демин Антон Юрьевич	К.Т.Н.		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
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	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентоспособных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P11	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 образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Отделение Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 Доцент ОИТ ИШИТР
 _____ Ботыгин И.А.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ6В	Гончаров Аркадий Сергеевич

Тема работы:

Проектирование и разработка алгоритмического и программного обеспечения симулятора состояния подземного нефтяного резервуара в режиме реального времени	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	2739/с от 19.04.2018

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Проектирование и разработка алгоритмического и программного обеспечения симулятора состояния подземного нефтяного резервуара в режиме реального времени на основе стандартизации данных о бурении со следующих источников: 1) Отчеты о бурении из открытых источников; 2) Программно-аппаратный комплекс симуляции процесса бурения «КУБ-2»; 3) Проект веб-интерфейса для ввода массива данных о бурении.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1) Изучение предметной области; 2) Обзор существующих решений; 3) Анализ современных стандартов передачи данных о бурении и выявление их роли; 4) Разработка основных функций симулятора данных о бурении; 5) Сбор требований к проектируемой системе; 6) Проектирование информационно-телекоммуникационной архитектуры системы; 7) Определение основных принципов проектирования программно-аппаратного комплекса; 8) Проектирование и разработка модулей

	агрегации и конвертации данных о бурении; 9) Разработка алгоритмического обеспечения интеграции данных; 10) Проектирование и разработка веб-интерфейса симулятора данных о бурении; 11) Определение стоимости и сроков разработки проекта; 12) Рассмотрение условий труда исполнителей проекта.
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
Раздел на иностранном языке	Рыбушкина Светлана Владимировна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Аналитический обзор научной, нормативной и технической документации	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Савельев Алексей Олегович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6В	Гончаров Аркадий Сергеевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Уровень образования магистратура
 Отделение Информационных технологий
 Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.02.2018	Раздел 1. Аналитический обзор научной, нормативной и технической документации	20
10.03.2018	Раздел 2. Программно-аппаратный комплекс построения модели месторождения в режиме реального времени	15
25.03.2018	Раздел 3. Стандартизации данных программно-аппаратного комплекса	20
20.04.2018	Раздел 4. Результаты	20
05.05.2018	Раздел 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
06.05.2018	Раздел 6. Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Савельев Алексей Олегович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Ботыгин Игорь Александрович	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ6В	Гончарову Аркадию Сергеевичу

Школа	Информационных технологий и робототехники	Отделение	Информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Программно-аппаратный комплекс симулятора состояния подземного резервуара, включающий в себя рабочее место специалист (ПК) с доступом к локальной сети, сервер хранения данных, центр управления процессами «КУБ-2». Работа специалиста происходит в условиях учебной аудитории, оснащенной персональными компьютерами с периферийными устройствами.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты; - (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); 	<p>Опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - неблагоприятный климат - недостаточная освещенность рабочей зоны - повышенный уровень шума - умственное перенапряжение - монотонный режим работы <p>Мероприятия по защите от вредных факторов включают в себя измерение текущих показателей вредных факторов и обеспечение соблюдения нормативных показателей.</p> <p>Опасные факторы:</p> <p>опасность поражения электрическим током, короткое замыкание, статическое электричество.</p> <p>Для защиты от опасных факторов необходимо проводить организационные и технические мероприятия по предотвращению возникновения опасных ситуаций.</p>
--	--

<ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты) 	
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Объекты, несущие угрозу окружающей среде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - люминесцентные лампы - компьютерная техника <p>Необходимо обеспечить утилизацию объектов в специальных организациях</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>ЧС, которые могут возникнуть в процессе разработки и эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пожар в здании. <p>Требуется следовать инструкциям, чтобы не допустить возникновения ЧС. Однако, если ЧС произошло, требуется следовать протоколу эвакуации из здания, а также вызвать службы для ликвидации последствий ЧС.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Описание правил компоновки рабочего места с учетом специфики работы исполнителя проекта и пользователя программно-аппаратного комплекса (ПАК).</p> <p>Описание правовых норм, связанных с работой за ПАК и организации рабочей зоны согласно следующим документам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018) - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6В	Гончаров Аркадий Сергеевич		01.03.2018

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ6В	Гончарову Аркадию Сергеевичу

Школа	Информационных технологий и робототехники	Отделение	Информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент по г. Томску
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	Анализ потенциальных потребителей проекта, анализ конкурентных технических решений
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и результатов проекта, определение участников проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование этапов разработки программы, определение трудоемкости их выполнения, построение диаграммы Ганта. Расчет сметы затрат на выполнение проекта
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка эффективности исследования

Перечень графического материала

1. Диаграмма Ганта
2. Круговая диаграмма затрат

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шаповалова Наталья Владимировна			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6В	Гончаров Аркадий Сергеевич		01.03.2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 115 _____ с., _____ 24 _____ рис., _____ 17 _____ табл.,
_____ 48 _____ источников, _____ 1 _____ прил.

Ключевые слова: стандартизация данных, симуляция данных, стандарт передачи данных, witsml, las, wits, etp, проектирование алгоритмов

Объектом исследования является разработка программного обеспечения для симуляции данных о бурении в стандартах: witsml, las, wits, gd3

Цель работы – проектирование и разработка алгоритмического программного обеспечения, основанного на веб-технологиях, совместно с телекоммуникационной архитектурой, для симуляции данных о бурении в режиме реального времени

В процессе исследования проводился анализ современных стандартов и протоколов передачи данных в нефтегазодобывающей промышленности. Изучены стандарты witsml 1.4.1, las 2, wits 0 и возможности программных платформ на основе использования данных стандартов. Проведен анализ существующих решений по симуляции процессов бурения.

В результате исследования были формализованы знания об основных функциях и свойствах стандартов передачи данных, используемых в нефтегазодобывающей промышленности. Спроектирована программная и телекоммуникационная архитектура программно-аппаратного стенда симуляции данных о бурении в режиме реального времени. Спроектированы алгоритмы агрегации, конвертации и интеграции данных с разных источников. Разработан веб-интерфейс для ввода и симуляции данных о бурении в стандартах: witsml 1.4.1, las 2, wits 0.

Области применения: обучение специалистов нефтедобывающей отрасли, прогнозирование геологических моделей бурения

Экономическая эффективность/значимость работы: основная выгода в подходе симуляции данных о бурении лежит в области прогнозирования поведения и результатов разработки месторождения в процессе бурения нефтегазодобывающих скважин. В условиях поступления актуальных данных с минимальной задержкой осуществляется более оперативное принятие управленческих решений

В будущем планируется разработка модулей конвертации данных под другие используемые стандарты, комплексное тестирование стенда, перевод системы хранения на более современный стандарт witsml 2.0, реализация протокола etp между программными модулями

Оглавление

Перечень условных обозначений.....	12
Введение.....	13
1 Аналитический обзор научной, нормативной и технической документации.....	14
1.1 Современные симуляторы данных о бурении.....	14
1.2 Современные стандарты передачи данных в нефтегазодобывающей отрасли.....	15
1.3 Единое информационное пространство предприятия на основе стандартизации технологических и экономических данных.....	18
1.4 Выводы по аналитическому обзору.....	20
2 Программно-аппаратный комплекс построения симуляционной модели месторождения в режиме реального времени.....	22
2.1 Разработка основных функций симулятора данных о бурении.....	22
2.2 Спецификация требований к программно-аппаратному комплексу.....	23
2.3 Основные принципы проектирования программно-аппаратного комплекса.....	26
2.4 Функциональная схема программно-аппаратного комплекса.....	27
2.4.1 Проектирование модулей агрегации и конвертации данных.....	29
2.4.2 Проектирование программной части интерфейса ввода данных о бурении.....	33
3 Стандартизации данных программно-аппаратного комплекса.....	38
3.1 Разработка алгоритмического обеспечения интеграции данных из распределенных гетерогенных источников.....	38
3.2 Проектирование и разработка веб-интерфейса для ввода массива данных.....	49
4 Результаты.....	53
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	54
5.1 Предпроектный анализ.....	54
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	54
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	54
5.2 Инициация проекта.....	56
5.2.1 Цели и результаты проекта.....	56
5.3 Организация и планирование работы.....	59
5.3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	64
5.3.3 Расчет заработной платы.....	65
5.3.4 Расчет затрат на социальный налог.....	66
5.3.5 Расчет затрат на электроэнергию.....	66
5.3.6 Расчет прочих расходов.....	68
5.3.7 Расчет общей себестоимости разработки.....	68

5.3.8	Оценка научно-технического уровня нир	69
5.4	Определение эффективности исследования	72
6	Социальная ответственность.....	74
6.1	Производственная безопасность на стадии разработки проекта	74
6.1.1	Вредные производственные факторы.....	75
6.1.1.1	Отклонение показателей микроклимата	75
6.1.1.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	77
6.1.1.3	Умственное перенапряжение	78
6.1.1.4	Монотонный режим работы	79
6.1.2	Опасные производственные факторы.....	80
6.1.2.1	Опасность поражения электрическим током.....	80
6.2	Экологическая безопасность	81
6.2.1	Влияние объекта исследования на окружающую среду.....	81
6.2.2	Мероприятия по защите окружающей среды	82
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
6.3.1	Основные чрезвычайные ситуации в офисном помещении.....	82
6.3.2	Типичные чрезвычайные ситуации	83
6.3.3	Действия в результате возникновения чрезвычайной ситуации и мер по ликвидации ее последствий.....	84
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
6.4.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства	85
6.4.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	86
	Список публикаций и научных достижений	92
	Список используемых источников	96
	Приложение А.....	99

Перечень условных обозначений

ИС	Информационная система
WITSML	Wellsite information transfer standard markup language
ГТИ	Геолого-технологические исследования
БД	База данных
HTTP	HyperText Transfer Protocol
SOAP	Simple Object Access protocol
XML	eXtensible Markup Language
API	Application Program Interface
ЦУП	Центр Управления Процессами
Лог	Журнал событий
ПАК	Программно-аппаратный комплекс
Каротаж	Общее название методов самой распространённой разновидности геофизического исследования скважин.
Тег	Элемент языка разметки гипертекста
MVC	Архитектура веб-приложений - Model-View-Controller

Введение

При эксплуатационном бурении используется множество оборудования от разных производителей для контроля процесса бурения и наблюдения за состоянием скважины и бурильного оборудования. Также используются программы для анализа и технического учета. Важно хранить и накапливать всю полученную информацию о состоянии скважины и параметрах бурения с первых метров проходки и до окончания бурения для того чтобы иметь возможность строить точные прогнозы, проводить анализ ствола скважины, строить качественные модели скважины. Весь комплекс средств оборудования и программного обеспечения разработан разными компаниями. Это создает проблему обмена данными и интеграции устройств и программного обеспечения в единую информационную среду.

Основной целью настоящей работы является разработка программного и алгоритмического обеспечения стенда хранения и передачи оперативных данных о бурении в режиме реального времени с конвертацией данных в единый стандарт. Для достижения поставленной цели необходимо спроектировать и разработать программно-аппаратное решение в виде стенда, включающее в себя средства для ввода, передачи, хранения и обработки данных. Стенд включает в себя интеграцию различных источников данных (от программного симулятора параметров бурения и программно-аппаратного комплекса «КУБ-2» до данных из реальных отчетов о бурении из сети интернет).

1 Аналитический обзор научной, нормативной и технической документации

1.1 Современные симуляторы данных о бурении

В настоящее время для симуляции данных о бурении существует множество программных и аппаратных решений. Большая часть таких решений направлена на обучение работников нефтегазодобывающего промысла по специальностям: бурение скважин, освоение и эксплуатация нефтегазовых скважин, капитальный ремонт скважин и т.д. Такие комплексы зачастую представляют собой тренажер–копию рабочего места специалиста, которое находится непосредственно на промысле (например, решения от компании АМТ). Но данные решения пригодны для моделирования различных ситуаций для обучения разрешения проблем непосредственно операциониста-бурильщика, то есть оперативная работа с поступающими данными на месте промысла, без учета мер поступающих из центра принятия решений [25].

Также существуют программные решения, созданные при помощи 3D технологий, для имитации управления жизненным циклом скважины. Такое программное решение позволяет создать визуализацию процессов бурения, разработки скважин различных типов сложности (наклонные и горизонтальные). Есть программы, такие как «Intersect simulation» и «Слайд мастер», позволяющие создать подробную картину месторождения и процесса бурения, а также смоделировать различные штатные и нештатные ситуации [26,27]. Но также есть и программы, которые больше относятся к сфере развлечения – не имеющие цели соответствовать реальности на нефтегазодобывающем промысле, а преследующие только игровые функции (например, «Diggy. Симулятор бурильщика»).

1.2 Современные стандарты передачи данных в нефтегазодобывающей отрасли

Стандарт передачи данных – это совокупность технологии описания и спецификации данных.

Под технологией описания данных понимается средство для представления и хранения данных в цифровом виде. Например, простейшее представление любых данных, удобных для восприятия пользователя, это текстовый файл. Данный файл хранит в себе символьную информацию и удобен для обработки как пользователю, так и программному обеспечению.

Спецификация данных в стандарте определяет набор данных и их размерностей, которые могут храниться в цифровом виде. Для каждой отрасли и предметной области спецификация разная и регламентируется документами, нуждами организации и используемым программным и аппаратным обеспечением.

Разработка и появление стандарты передачи данных в нефтегазодобывающей отрасли берет в конце 70-х - начала 80-х годах XX века, когда было интенсивное развитие информационных технологий, систем автоматизации, а также средств построений телекоммуникационных инфраструктур.

Стандарт SEG-Y – формат с последовательно расположенными трассами (или демультимплексный), разработанный для хранения полностью или частично обработанных сейсмических данных. Его универсальность привела к тому, что он используется все больше для сырых или частично обработанных полевых данных в демультимплексном формате [1]. Файлы, описанные по данному стандарту, изначально создавались для записи на магнитные ленты, и вследствие этого файл имеет очень строгую структуру – каждому разделу отводится определенное количество байт и место в файле. Из этого следуют минусы данного формата – сложность изменения и добавления новых параметров в готовый файл [2].

Стандарт LAS (Log ASCII Standard) – стандарт, применяемый в нефтегазовой и водной промышленности для хранения каротажной информации о скважинах. Данная информация используется для исследования стратиграфии в скважине. Преимущество данного стандарта в том, что он может содержать любые данные, предоставляемые скважинными датчиками. Также данный стандарт имеет удобную для интерпретации структуру, как человеком, так и программным обеспечением. Однако один LAS файл может содержать каротажную информацию только по одной скважине [3-5].

Стандарт WITS (Wellsite Information Transfer Specification) - это стандарт передачи данных, используемый для передачи широкого спектра данных буровой площадки с одной компьютерной системы на другую. Это рекомендуемый формат, с помощью которого операционные и сервисные компании, участвующие в областях разведки и добычи нефтяной промышленности, могут обмениваться данными в режиме онлайн или пакетной передачи. Преимущество данного стандарта в широком охвате основных параметров для описания состояния процесса бурения и скважины в целом [6].

Стандарт WITSML (Wellsite information transfer standard markup language) – это стандарт передачи технических данных между буровой площадкой и информационной системы организации в сфере нефтяной промышленности. Данный стандарт развивается заинтересованной группой – консорциумом “Energistics” по разработке XML стандартов для бурения, логического завершения работ, и в целом по обмену данными. Следует различать стандарты WITS и WITSML – они имеют различный формат описания данных (двоичный и XML соответственно), а также разную схему данных и параметров о бурении, которые доступны для описания.

Стандарты PRODML и RESQML являются отдельными стандартами, основанными на аналогичной технологии XML, которые дополняют WITSML. Стандарт PRODML описывает данные, получаемые при добыче углеводородов, стандарт RESQML – характеристики подземного резервуара. Последняя версия стандарта WITSML версии 2.0 включает в свою схему данные стандарты, а также

протокол передачи данных ETP, заменяющий собой веб-сервисы доступа к функциям программного обеспечения, реализующего поддержку WITSML 2.0 [7-10].

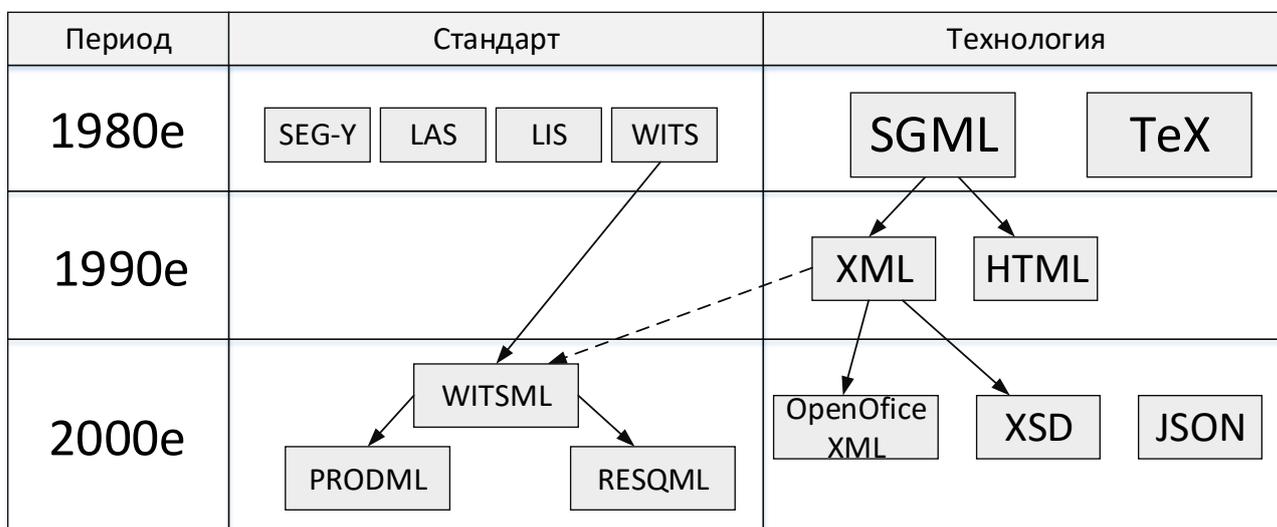


Рис. 1. Развитие стандартов и технологий описания данных

Наиболее используемые стандарты передачи данных по сети интернет:

- 1) HTML – стандарт разметки веб-страниц;
- 2) XML – универсальный стандарт для описания данных, в сети интернет широко используется при создании SOAP запросов к API различных веб-сервисов и приложений;
- 3) JSON – текстовый формат обмена данными, более лаконичный чем XML, что является более подходящим для сериализации сложных структур.

Помимо вышеперечисленных есть множество других форматов и стандартов, которые являются предками, либо расширениями из иных существующих стандартов, но концептуальная суть описания и передачи данных в них является аналогичной.

1.3 Единое информационное пространство предприятия на основе стандартизации технологических и экономических данных

Основной целью настоящей работы является разработка программного и алгоритмического обеспечения стенда хранения и передачи оперативных данных о бурении в режиме реального времени. Для достижения поставленной цели необходимо спроектировать и разработать программно-аппаратное решение в виде стенда, включающее в себя средства для ввода, передачи, хранения и обработки данных. Стенд включает в себя интеграцию различных источников данных (от программного симулятора параметров бурения и программно-аппаратного комплекса «КУБ-2» до данных из реальных отчетов о бурении из сети интернет [11-13]). Также в стенде предусмотрено место для моделирующего пакета, который может строить текущую модель скважины и месторождения в целом.

Одна из возникающих проблем – различные форматы и стандарты описания данных. Например, пользователь может загрузить данные в формате LAS, WITS, а также через «КУБ-2» может сгенерировать отчет о бурении в стандарте GD3. При условии хранения данных в одном стандарте, моделирующий пакет также может данные только в одном стандарте.

Возникает необходимость рассматривать данный программно-аппаратный комплекс с точки зрения конечного результата – построенной модели в моделирующем приложении. Следовательно, можно говорить о создании части единого информационного пространства (ЕИП) предприятия, связанным с взятием данных о бурении, приведении их к единому виду с последующей передачей в моделирующий пакет.

Под единым информационным пространством понимается совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие клиентов.

В Российской практике во многих секторах и отраслях экономики, в том числе в нефтегазодобыче до сих пор существует позадачный метод разработки и внедрения программного обеспечения [14]. Внедрение многочисленных OLAP, ERP, MRP, MES и других информационных систем дает определенный эффект, но зачастую не создает единого информационного пространства. «Лоскутная» информатизация влечет за собой хаотическое слабо управляемое использование возможностей информационных технологий, что приводит к значительному перерасходу ресурсов. Кроме того, внедрение и использование готовых зарубежных систем (SAP, Oracle, Klinkmann и целого ряда других) в условиях санкций стран Запада не может иметь прогнозируемо долгосрочный характер. Необходимо разрабатывать отечественные методы и модели формирования единого информационного пространства на различных уровнях управления.

Анализ публикаций по теме исследований позволяет сделать вывод о том, что единое информационное пространство экономических систем четко можно декомпозировать по уровню охвата на следующие виды:

- ЕИП отдельных предприятий [15];
- ЕИП отдельных сфер применения [16];
- ЕИП отраслей;
- ЕИП отдельных государств и межгосударственных кластеров [17];
- ЕИП области знаний [18].

Модели, представленные в данных работах, зачастую имеют обобщенный характер и не привязаны явным образом к реальным процессам - отсутствует описание их апробации на эмпирических данных. Наиболее близкая к проводимому исследованию работа [15] обобщенно рассматривает принципы интеграции информационных систем различного уровня: производственных зон, управления производством, финансово-хозяйственное управление, а также стратегию и маркетинг. При этом рассматриваемая в ней модель единого информационного пространства не является привязанной к какой-либо конкретной отрасли народного хозяйства; на ее основании нельзя построить прогнозных моделей, которые позволяют управлять себестоимостью единицы

выпускаемой продукции. С другой стороны, используемые именно в нефтегазодобывающей отрасли стандарты - WITSML, LAS и другие предназначены для решения исключительно технических задач. Они не могут обеспечить полноту и достаточность поступающей информации для лиц, принимающих решения. Научная работа, посвященная техническим аспектам процесса добычи нефтегазовых ресурсов [19], т. е. «интеллектуальному месторождению» испытывает те же сложности.

Зарубежные авторы в большей степени в своих работах опираются на имеющийся «Обобщенную информационную модель» (Common Information Model - CIM) [20], разработанную Международной электротехнической комиссией. Основным направлением работ является: анализ методов и технических решений обобщения гетерогенных (разнородных) данных [21-22]. Ряд работ описывает ЕИП для отдельных сфер применения, например, [23]. Также можно выделить работы, посвященные «интеллектуальному месторождению» [24], где описывается архитектура автоматизированного контроля процесса добычи углеводородов на основе анализа оперативных данных о закачке воды в недра скважины.

1.4 Выводы по аналитическому обзору

При анализе литературных источников и научных работ наблюдается следующая закономерность: как правило исследования описывают построение единого информационного пространства в контексте решения задач отдельных подразделений, лишь с позиции одной из дисциплин, например, экономики, права технологии т. д. В рассматриваемых базах научного цитирования (РИНЦ, Web of science, Scopus, IEEE, Google Scholar) представлено лишь небольшое количество междисциплинарных работ. Работ, сочетающих в себе агрегирование как экономических данных симуляции процесса бурения скважины, так и всего комплекса необходимых технических данных в явном виде обнаружить не удалось.

Анализ существующих стандартов передачи данных в области нефтедобычи выявил, что наиболее часто используемые стандарты на данный момент: LAS, WITS, WITSML. Наибольшую перспективу развития имеет стандарт WITSML, в силу широкой разработки программных и моделирующих средств под данный стандарт, а также реализации технологии XML, являющейся наиболее универсальным способом передачи данных о состоянии скважины посредством сети интернет.

2 Программно-аппаратный комплекс построения симуляционной модели месторождения в режиме реального времени

2.1 Разработка основных функций симулятора данных о бурении

Программно-аппаратный комплекс симуляции данных о бурении должен соответствовать следующим функциональным требованиям:

- 1) Загрузка отчетов о бурении через веб-интерфейс;
- 2) Формирование отчетов о бурении по произвольным данным для процесса симуляции состояния через веб-интерфейс;
- 3) Формирование отчетов о бурении на основе данных, сгенерированных на аппаратном решении «КУБ-2»;
- 4) Регистрация пользователей веб-интерфейса;
- 5) Создание в системе хранения данных о бурении ключевых объектов нефтедобывающего промысла: месторождение, скважина, ствол скважины, и др.;
- 6) Агрегирование данных из разных источников;
- 7) Конвертация данных в единый стандарт, согласно стандарту сервера хранения данных о бурении;
- 8) Проверка отчетов о бурении на корректность составления и целостность передачи.

Нефункциональные требования:

- 1) Веб-интерфейс реализует технологию MVC, а также построен с использованием библиотек «Bootstrap» и «jQuery»;
- 2) Данные сгенерированные на стороне «КУБ-2» и веб-интерфейса передаются, агрегируются и конвертируются до необходимого стандарта в режиме реального времени (без временных задержек, когда требуется внешнее подтверждение действий на каком-либо этапе);
- 3) Сконвертированные данные передаются на сервер хранения и далее до моделирующего пакета также в режиме реального времени;

- 4) Скорость передачи данных между аппаратными модулями не ниже 100 Мбит/сек;
- 5) Загружаемый отчет о бурении должен быть не больше 50 МБ.

2.2 Спецификация требований к программно-аппаратному комплексу

Схема телекоммуникаций ПАК:

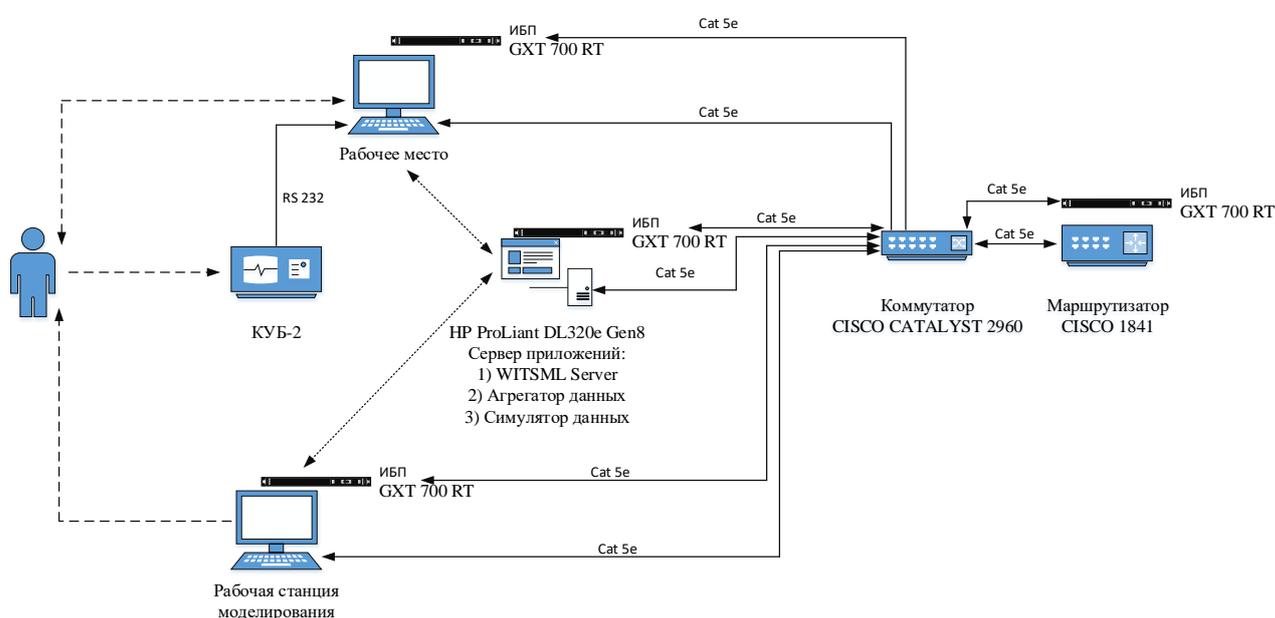


Рис. 2. Телекоммуникационная схема стенда

Наличие программно-аппаратного комплекса (ПАК):

1) Аппаратная часть:

- Коммутатор «CISCO CATALYST 2960» для создания локальной вычислительной сети, связывающей компоненты ПАК в единую систему – 1 шт.;
- Маршрутизатор «CISCO 1841» для связи локальной вычислительной сети с внешними сетями -1 шт.;

- Сервер «HP ProLiant DL320e Gen8» (Intel Xeon серии E3-1200v3, 16Гб ОЗУ DDR3 1600 МГц, HDD 4x1 Tb) для функционирования программного обеспечения ПАК -1 шт.;
- Рабочее место (Intel Core i5 4th Gen, 8Гб ОЗУ DDR3 1600 МГц, HDD 1Tb) – 1шт., для специалиста, проводящего работу по симуляции данных о бурении скважины;
- Рабочее станция моделирования (Intel Core i5 4th Gen, gtx 950, 8Гб ОЗУ DDR3 1600 МГц, HDD 1Tb) – 1шт., для построения геологической модели в специализированном программном обеспечении;
- Источник бесперебойного питания (ИБП) «UPStation GXT 700 RT» для обеспечения отказоустойчивости и бесперебойной работы ПАК– 4 шт.;

2) Заимствованное программное обеспечение:

- Операционная система «Windows Server 2012 R2»;
- СУБД «Microsoft SQL Server 2014»;
- Средство контроля версий и коллективной разработки «Team Foundation Server 2012»;
- Программная платформа «.Net Framework 4.5»;
- SCADA системы станций управления бурением КУБ-2;
- Schlumberger «Petrel 2015» – ПО для построения гидродинамической и геологической моделей месторождения, поддерживающее стандарт WITSML 1.4.1.

3) Разработанное программное обеспечение (в рамках проекта по договору ФЦП №14.575.21.0023):

- Модуль хранения данных о бурении по стандарту «WITSML 1.4.1» (WITSML сервер);
- База данных хранения данных о бурении, составленная согласно стандарту WITSML 1.4.1;

- Модуль (веб-служба asmx) передачи данных о состоянии нефти и газодобычи, предназначенного для обмена данными с инфраструктурой «интеллектуального» месторождения, обеспечивающий функционирование по стандарту WITSML 1.4.1;
 - Веб-интерфейс регистрации пользователей для доступа к WITSML серверу, с возможностью запуска сертифицированных тестов от консорциума «Energistics»;
 - Модуль интеграции веб-интерфейса с веб-службой WITSML сервера.
- 4) Программно-аппаратный комплекс средств наземного контроля и управления процессом бурения КУБ-2, включающий в себя:
- Блок «Центр управления процессами» (ЦУП);
 - Преобразователь RS 232 – USB;
 - Рабочее место технолога (PMT);
 - Программное обеспечение для (PMT): GeoServer – сервер сбора данных из ЦУП; GeoScan – программа, необходимая для отображения данных на дисплее бурильщика; GeoViewer – визуализатор поступающих данных;
- 5) Разрабатываемое в рамках настоящей работы программное обеспечение для функционирования ПАК:
- Веб-интерфейс симуляции данных о бурении по стандартам WITSML 1.4.1, WITS, LAS;
 - Модуль агрегации поступающих данных о бурении («Агрегатор»), описанных и составленных в различных стандартах (WITS, LAS, GD3 и пр.);
 - Модули конвертации агрегированных данных о бурении в файл, соответствующий спецификации стандарта WITSML 1.4.1;

- Модуль программной валидации XML-файлов, проверяющий корректность составления структуры файла для последующей записи на WITSML сервер;
- Модуль передачи данных, реализующий протокол ETR, в модуль хранения данных. Стабильные версии протокола:
 - управление сессиями передачи данных (0);
 - обмен канало-ориентированными данными (1);
 - нахождение данных в хранилище (3);

2.3 Основные принципы проектирования программно-аппаратного комплекса

Программно-аппаратный комплекс представляет собой систему из трех основных составляющих: ввод/генерация данных о бурении, агрегирование, обработка и хранение, а также построение модели месторождения (рис. 3).

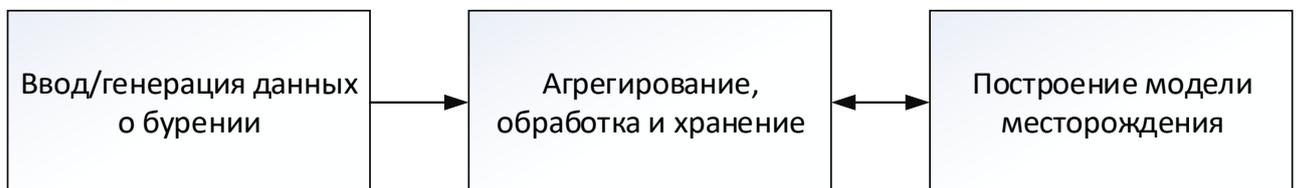


Рис. 3. Основные составляющие ПАК

Ввод данных о бурении осуществляется двумя основными путями:

- 1) Использование ПАК «КУБ-2» со встроенным ПО для симуляции данных;
- 2) Использование веб-интерфейса для ввода массива произвольных данных.

Принципы проектирования ПАК для решения поставленных целей:

- Агрегирование данных происходит в режиме реального времени по обращению к интерфейсу агрегатора. Также при загрузке файла на этап

конвертирования происходит резервное копирование исходного файла в БД агрегатора.

- Валидация данных на стороне веб-интерфейса для отсева некорректно составленных файлах на основе введённого массива данных. Также происходит валидация сконвертированных файлов при отправке на сервер хранения.

- Согласование версий стандартов передаваемых файлов зависит от (по приоритету):

- 1) Моделирующий пакет (клиентская сторона);
- 2) Источники данных (ПО, ПАК, датчики);
- 3) Промежуточное ПО сбора, обработки и хранения данных.

- При условии использования стандарта WITSML на ПО, поддерживающем данный стандарт, предусматривается поддержка улучшенного протокола передачи данных о бурении – ETP, реализующего более надежный канал передачи данных на программном уровне.

2.4 Функциональная схема программно-аппаратного комплекса

В данной системе пользователь непосредственно взаимодействует с веб-интерфейсом ввода массива данных и генератором данных «КУБ-2», что позволяет пользователю генерировать данные о процессе бурения, а также вводить произвольные параметры для прогнозирования различных ситуаций.

Сформированные пользователем данные агрегируются и конвертируются до типа и версии необходимого стандарта (в данном случае WITSML 1.4.1). Далее происходит валидация выходных файлов с целью недопущения загрузки канала передачи данных не валидными файлами. После успешной валидации происходит открытие сессии передачи XML файла по протоколу ETP на сервер хранения данных.

Моделирующий пакет Petrel, имеющий поддержку стандарта WITSML, в режиме реального времени через веб-службу сервера хранения получает данные

с помощью InterAct Real-Time модуля. По полученным данным программа строит итоговую модель.

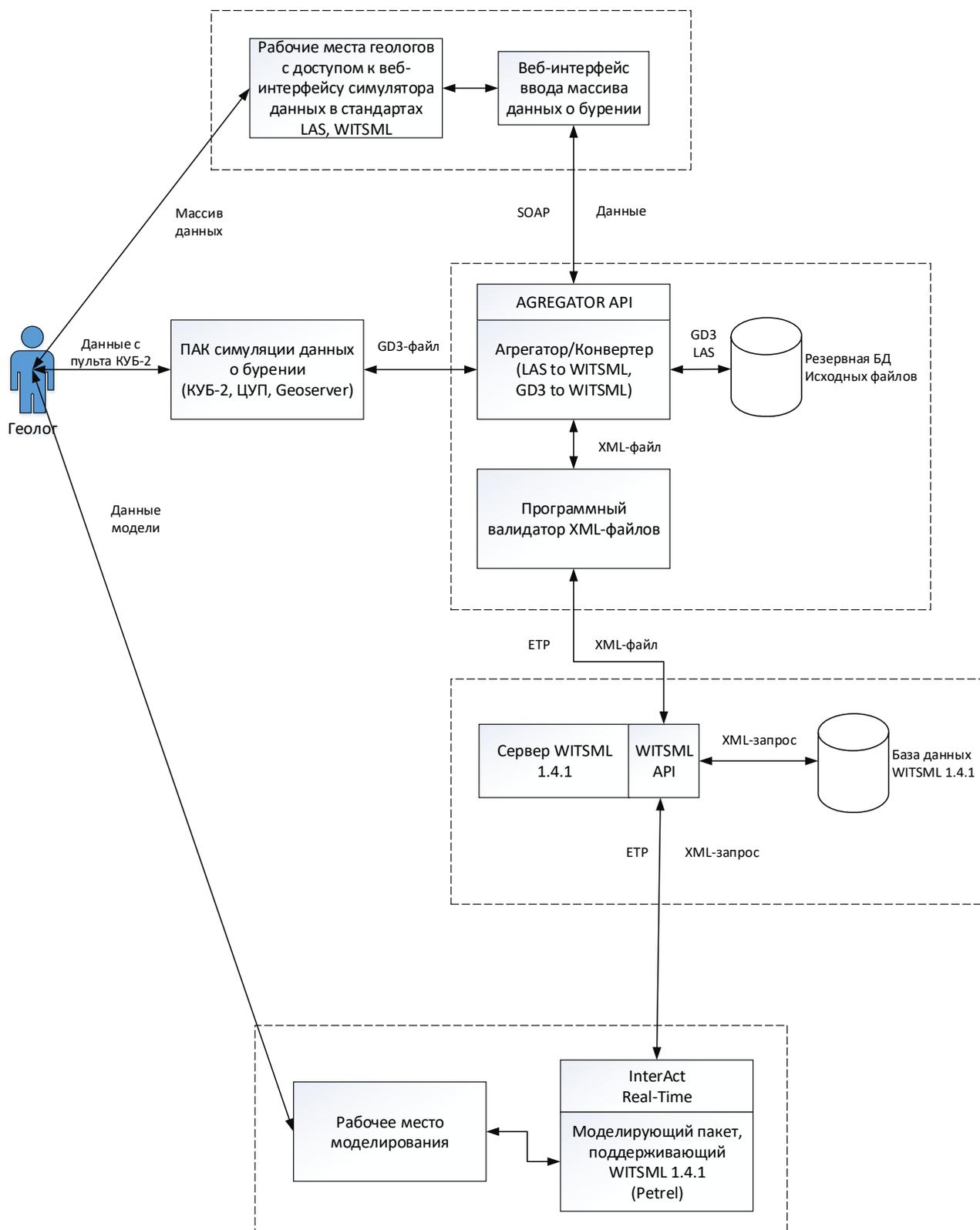


Рис. 4. Функциональная схема программно-аппаратного комплекса

2.4.1 Проектирование модулей агрегации и конвертации данных

Для решения проблемы конвертации данных и обработки данных в режиме реального времени без замены существующего оборудования и нарушения устоявшихся регламентов компании была разработана концепция введения дополнительного модуля, который позволял бы автоматически конвертировать данные из стандартов LAS, WITS, GD3 в стандарт WITSML в режиме реального времени с минимальными задержками. При этом данный разрабатываемый модуль должен иметь функции проверки на целостность поступающих данных, а также возможность хранить исходные файлы в базе данных, чтобы в случае необходимости была возможность делать выборку по этим файлам, используя определенные параметры. Разрабатываемый модуль носит название «агрегатор», и выполняет функции получения, проверки, хранения и конвертации данных с последующей их передачей на WITSML сервер.

Основная задача «агрегатора» - это реализовывать алгоритм накопления данных из гетерогенных поступающих источников, с последующим приведением их к одному стандарту описания данных о бурении. Решение данной задачи обеспечит:

- 1) Приведение данных к единообразному виду без потерь при конвертации;
- 2) Параллельный сбор данных с нескольких источников с автоматическим распознаванием стандарта описания принятого файла.

Перечень функций агрегатора:

- 1) Прием данных о бурении по следующим стандартам:
 - LAS 2;
 - LAS 3;
 - WITS 1;
 - WITSML 1.3.1;
 - WITSML 1.4.1.1;

- GD3;
- 2) Резервное копирование принятых файлов;
- 3) Конвертация принятых файлов согласно стандарта WITSML 1.4.1.1 (при наличии системы хранения данных версии 1.3.1 – возможна конвертация и по данному стандарту);
- 4) Валидация сконвертированных данных согласно схеме WITSML необходимой версии и составу XML файла;
- 5) Отправка сконвертированных и проверенных XML файлов на WITSML сервер;
- 6) Реализация передачи XML файлов при помощи протокола ETR, спроектированного для передачи данных о бурении в условия медленных, нестабильных телекоммуникаций.

Из приведенного выше функционала можно составить диаграмму вариантов использования агрегатора, где главным актером, вызывающим функции, будет API (рис. 5).

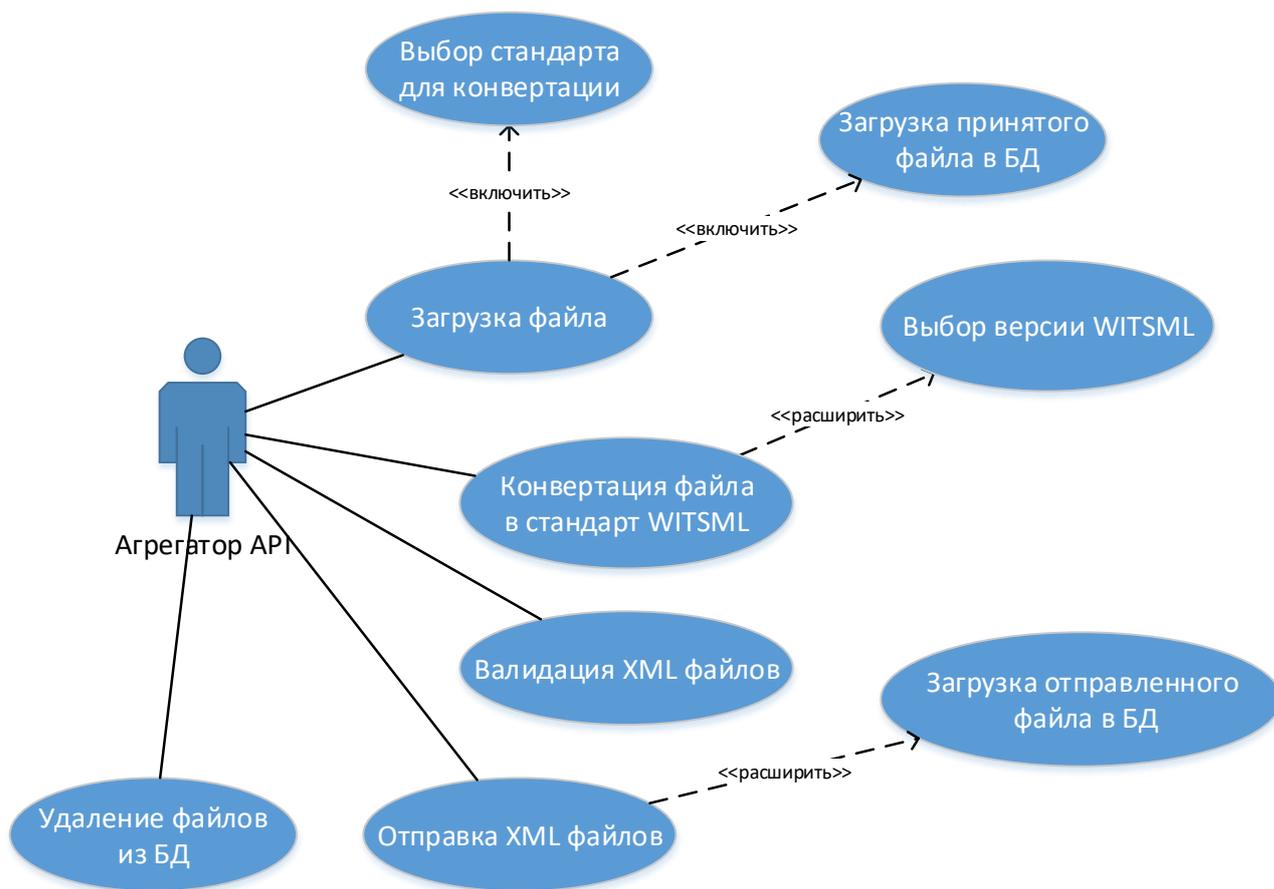


Рис. 5. Диаграмма вариантов использования агрегатора

Для того, чтобы представить жизненный цикл данных, входных данных агрегатора необходимо спроектировать диаграмму последовательности (рис. 6).

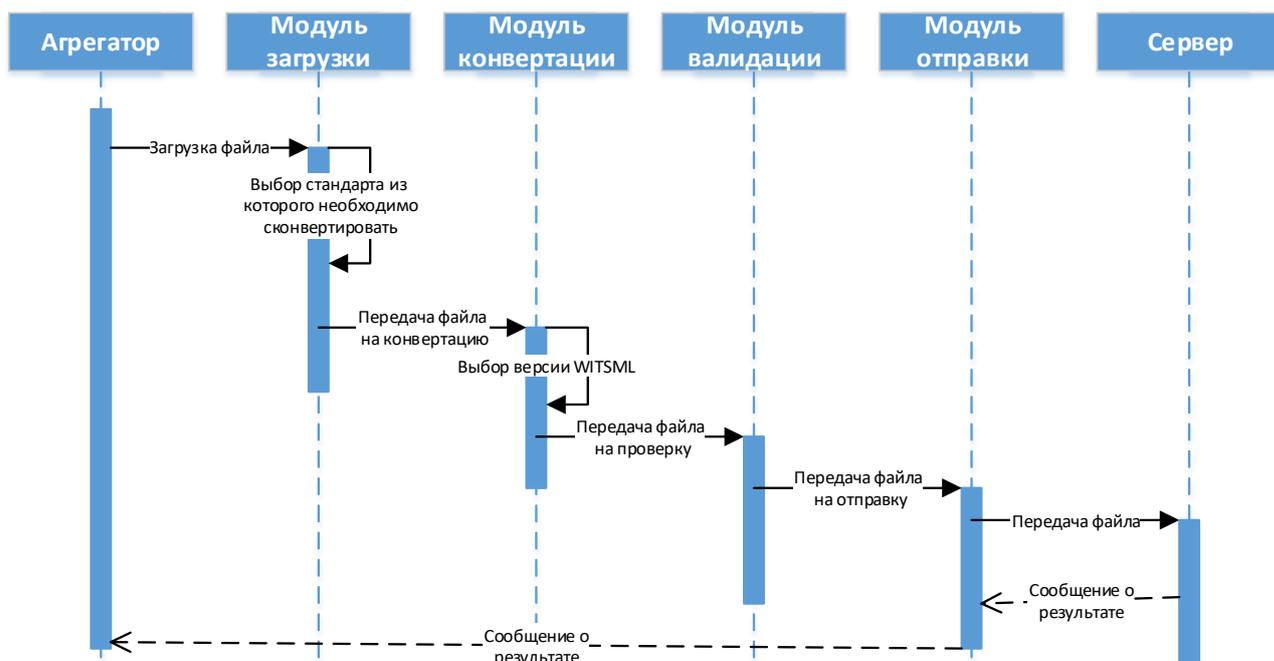


Рис. 6. Диаграмма последовательности для агрегатора данных

Диаграмма последовательности наглядно показывает, как происходит сбор, обработка и отправка данных.

- 1) Загрузка файла в оперативную память при вызове функции «Upload»;
- 2) Модуль загрузки определяет стандарт и версию стандарта загруженного файла;
- 3) При корректном определении версии стандарта модуль загрузки передает файл в соответствующий блок конвертации (для каждого стандарта он свой) для формирования XML файла согласно схеме стандарта «WITSML 1.4.1» (версия принимающей стороны - сервера);
- 4) При завершении конвертации в оперативной памяти появляется новый XML файл, который передается в блок валидации, проверяющий на:
 - Пустоту файла – если произошла непредвиденная ошибка при конвертации;
 - Кодировку текстовых данных в файле – для того, чтобы на сервер не ушли данные, которые невозможно прочитать;

- Корректность составления XML файла – проверка закрытия всех тегов, а также на наличие текстовых данных за тегами.

2.4.2 Проектирование программной части интерфейса ввода данных о бурении

Веб-интерфейс ввода данных о бурении является главным модулем по симуляции состояния процесса бурения.

Функции веб-интерфейса симулятора:

- 1) Регистрация/авторизация пользователя;
- 2) Выбор категории для ввода пользовательских данных (скважины, риски, каротажные кривые, траектории и т.д.);
- 3) Ввод пользовательских данных, описывающих процесс бурения, согласуемых со схемой стандарта WITSML 1.4.1, WITS 1 либо линейных данных по формату LAS 2, LAS 3, GD3;
- 4) Автоматическая проверка корректности введенных данных;
- 5) Формирование по стандарту WITSML XML-файла, с включением в файл введенных пользователем данных;
- 6) Отправка XML-файла на учебный WITSML сервер через модуль агрегирования данных, с последующим сохранением данных из XML-файла в базу данных, реализующую схему данных WITSML 1.4.1;

Диаграмма вариантов использования веб-интерфейса для пользователя представлена на рис. 7.

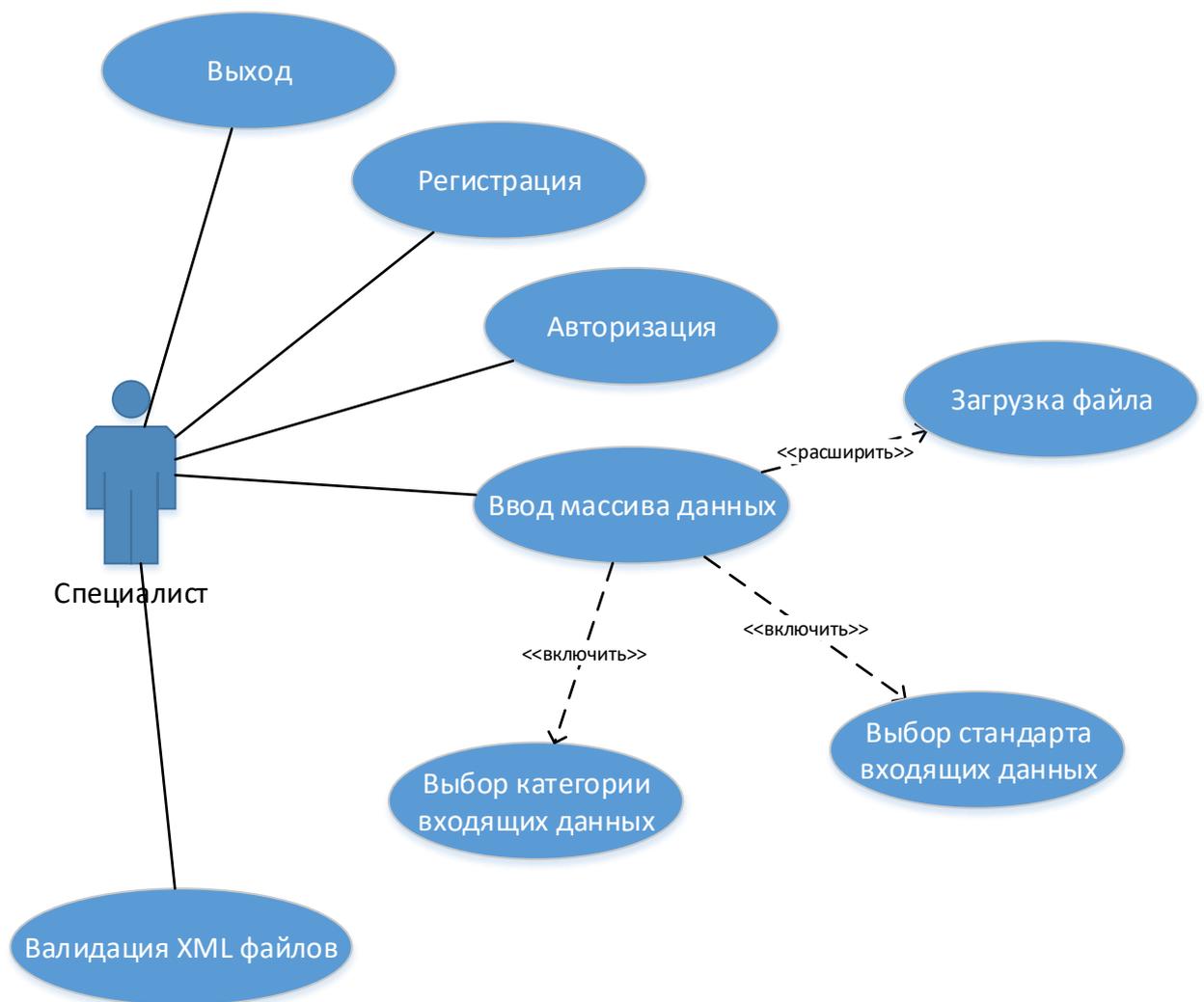


Рис. 7. Диаграмма использования веб-интерфейса специалиста

В общем виде, механизм взаимодействия специалиста с моделирующим пакетом через веб-интерфейс в данном программном-аппаратном решении представлен на рис. 8 в виде диаграммы последовательностей.

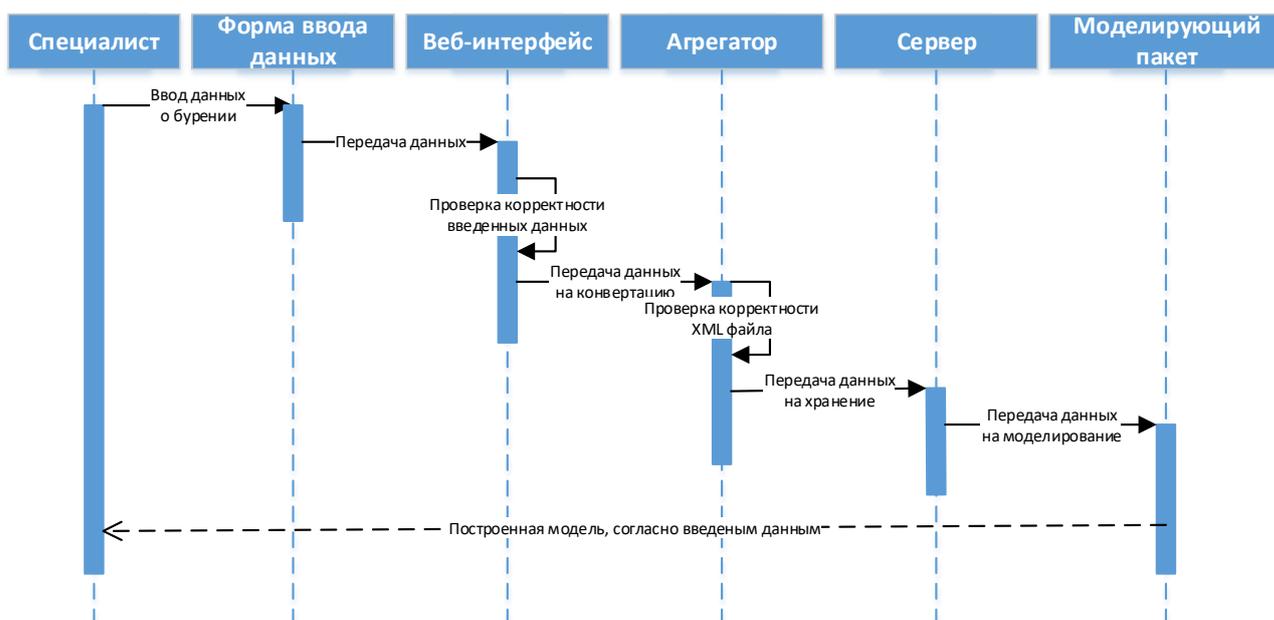


Рис. 8. Диаграмма последовательности передачи сообщений из веб-интерфейса

Диаграмма последовательности наглядно показывает, как происходит передача данных от одного модуля к другому. Также видно, что передача данных происходит без временных разрывов, что согласуется с задачей передачи данных в режиме реального времени. Диаграмма представлена в общем виде, без конкретизации следующих данных:

- 1) Стандарт и версия передаваемых данных;
- 2) Версия базы данных в сервере (WITSML);
- 3) Название моделирующего пакета;
- 4) Название модуля real-time захвата данных в моделирующем пакете.

Для проектирования физического представления веб-интерфейса, как части системы программно-аппаратного комплекса была построена диаграмма компонентов, на которой наглядно представлены компоненты, интерфейсы и взаимодействия между ними (рис. 9).

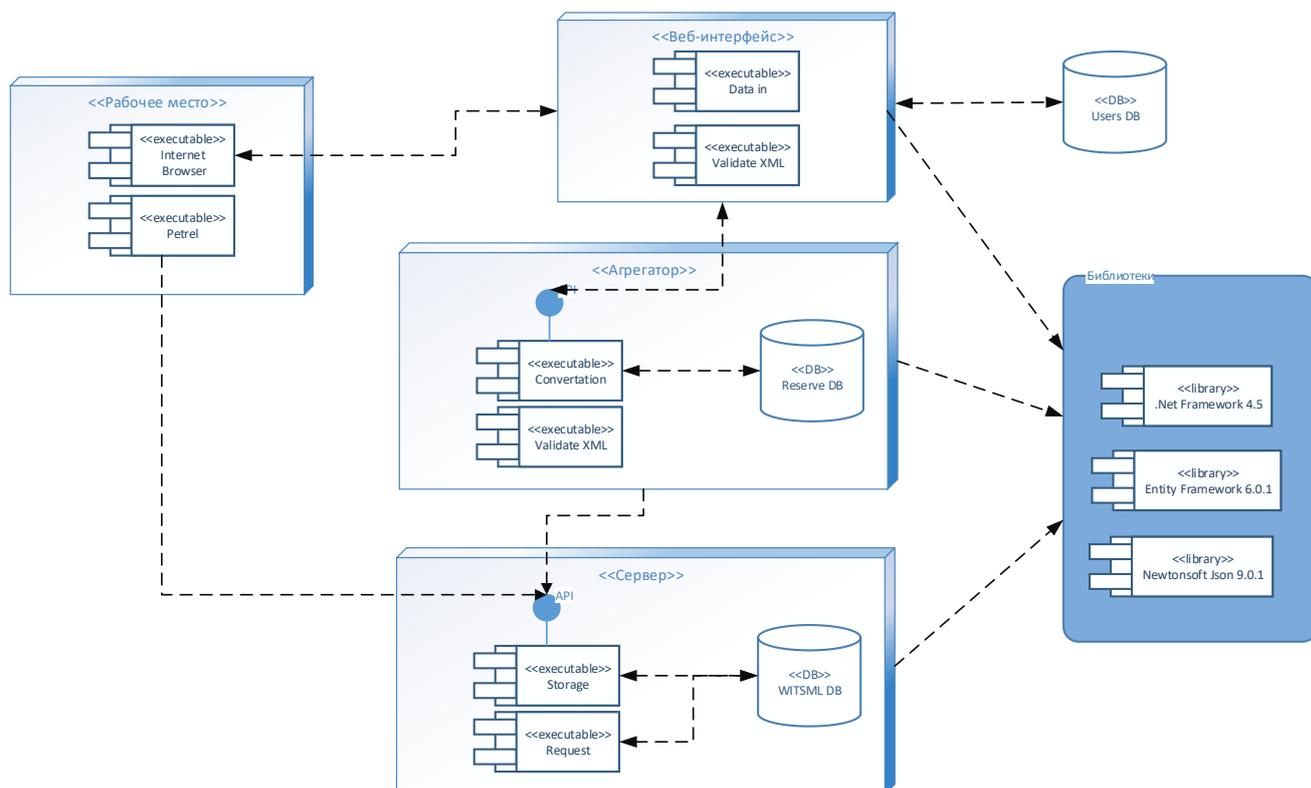


Рис. 9. Диаграмма компонентов ПАК

Диаграмма компонентов отображает выполнение и взаимодействие каждого компонента системы. Веб-интерфейс доступен пользователю напрямую через установленный на рабочем месте браузер, например, «Internet Explorer». Пользователь, профиль которого хранится в базе «User DB» авторизуется через веб-интерфейс. Модуль авторизации в компоненте веб-интерфейса не показан, так как он является стандартным модулем из подключаемой библиотеки «.Net Framework 4.5». Так как в процессе разработки количество используемых библиотек будет меняться, блок с библиотека вынесен отдельно. Все разрабатываемые программные решения реализуются на платформе «.Net», что упрощает организацию взаимодействия между модулями.

Веб-интерфейс включает в себя два исполняемых модуля:

1) «Data input» - связующий модуль между пользовательским интерфейсом и «агрегатором» данных. Основная функция: формирование данных, введённых пользователем, в файл с последующей отправкой в агрегирующий модуль;

2) «Validate XML» - модуль, проверяющий корректность загруженных данных в виде готового файла или текстового массива в виде XML. Данный модуль необходим для проверки XML файлов на корректность составления, иными словами, чтобы все теги были закрыты и не было лишних текстовых символов за тегами.

Дополнительные подключаемые библиотеки для компонентов системы на платформе «.Net»:

- 1) «Entity Framework» - объектно-ориентированная технология доступа к данным, позволяющая взаимодействовать с базой данных без написания SQL запросов;
- 2) «Newtonsoft JSON» – библиотека, позволяющая производить сериализацию данных в формате представления «JSON».

3 Стандартизации данных программно-аппаратного комплекса

3.1 Разработка алгоритмического обеспечения интеграции данных из распределенных гетерогенных источников

Для каждого стандарта и формата обмена данными существует программное обеспечение, которое принимает, хранит и обрабатывает загруженные данные. Некоторые форматы универсальные – могут описывать любые пользовательские данные в определенной структуре, некоторые специализированные – имеющие строгую схему описываемых параметров.

Источниками данных для проектируемого программно-аппаратного комплекса являются:

- 1) Генерируемые данные в различных стандартах из веб-интерфейса симулятора;
- 2) Примеры файлов WITS;
- 3) Генерируемые данные в формате GD3 из комплекса «КУБ-2»;
- 4) Примеры файлов WITSML с порталов Energistics.org и W3.org [13];
- 5) Примеры файлов LAS с реальными данным с портала cwls.org [11];
- 6) Файлы типа «well logging» с реальными данными о бурении с портала oilgas.ogm.utah.gov [12].

При наличии нескольких источников данных возникают следующие проблемы:

- 1) Данные могут быть составлены в различных форматах и различать по структуре файла;
- 2) Данные могут как дополнять друг друга, так и дублировать, что ведет к избытку информации;
- 3) Данные из непроверенного источника могут быть недостоверными либо не быть связанными с решением поставленных задач;
- 4) Одновременная обработка данных из нескольких источников повышает требования к производительным ресурсам вычислительных машин.

Для решения вышеперечисленных проблем необходимо определить следующие основные задачи:

- 1) Валидация входных данных/файлов на корректность составления;
- 2) Приведение входных данных/файлов к единому стандарту;
- 3) Исключение дублирующей информации.

Первичная валидация данных может происходить посредством ручной проверки, с привлечением человеческого ресурса, либо автоматическая. Алгоритм автоматической проверки файлов на корректность имеет смысл проектировать в составе модуля «агрегатор», так как именно он и является принимающей стороной первичных данных.

Алгоритм валидации для каждого стандарта описания данных является уникальным. Для некоторых стандартов описания данных, например, XML, уже есть механизм валидации корректности составления файла, представленный как «XmlDocument.Validate Method» в библиотеке «System.XML» во фреймворке «.Net». Данный метод проверяет состав принятого файла согласно XSD схеме языка. Так как стандарт WITSML основан и утвержден по технологии XML, у него также имеет место быть своя XSD схема.

Реализация отдельного алгоритма для проверки файла GD3 не целесообразна, в силу того, что данные файлы формируются при помощи программного обеспечения GeoServer, которое имеет встроенные механизмы по проверке выходных данных. Данный тип файлов можно проверять только на пустоту и соответствие хэш-суммы принятого файла.

Алгоритм проверки корректности составления LAS не сложен в описании, так как это является простой проверкой текстового файла на соответствие утвержденной структуре стандарта. В общем виде алгоритм проверки LAS файла можно описать при помощи диаграммы деятельности (рис. 10). Основные ошибки, которые могут возникать при передаче файла:

- 1) Частичная потеря данных;
- 2) Структура файла не соответствует стандарту;
- 3) Успешно переданный файл не содержит в себе данных.

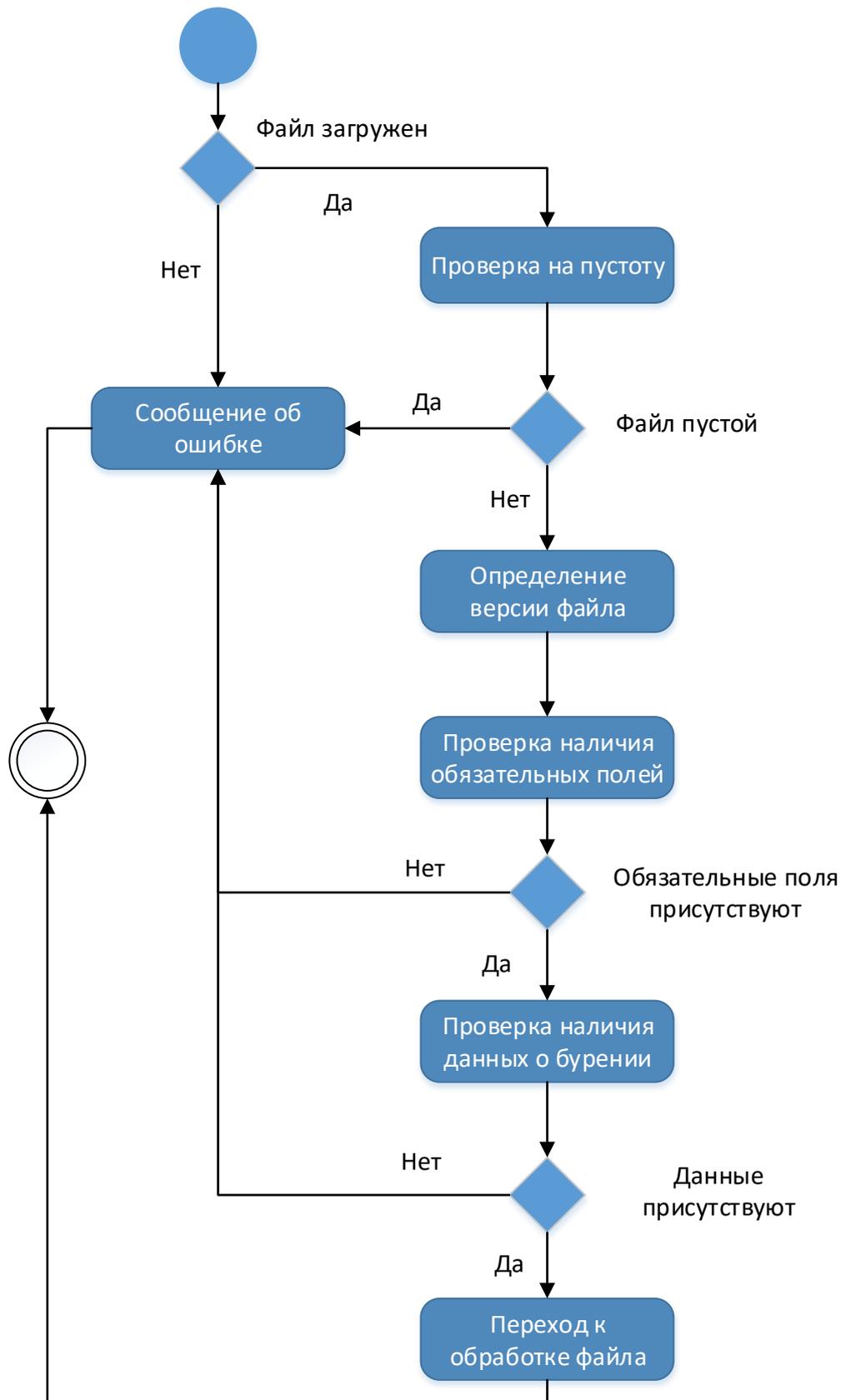


Рис. 10. Диаграмма деятельности проверки LAS файла на корректность

Файл, описанный по стандарту WITS имеет более простую структуру, нежели LAS, не смотря на больший объем описательных данных. Данный стандарт имеет простую и строгую структуру файла, что позволяет отсекать неправильно сформированные данные уже с первого блока. В общем виде алгоритм проверки WITS файла можно описать при помощи диаграммы деятельности (рис. 11).

Основные ошибки, которые могут быть допущены при составлении WITS файла:

- 1) Отсутствие символов начала блока данных «&&»;
- 2) Отсутствие символом конца блока данных «!!»;
- 3) Отсутствие данных о бурении либо выход за границы схемы стандарта;
- 4) Присутствие лишних символов, например, если разделителем была «,» или «;», а не «.» и «:» соответственно.

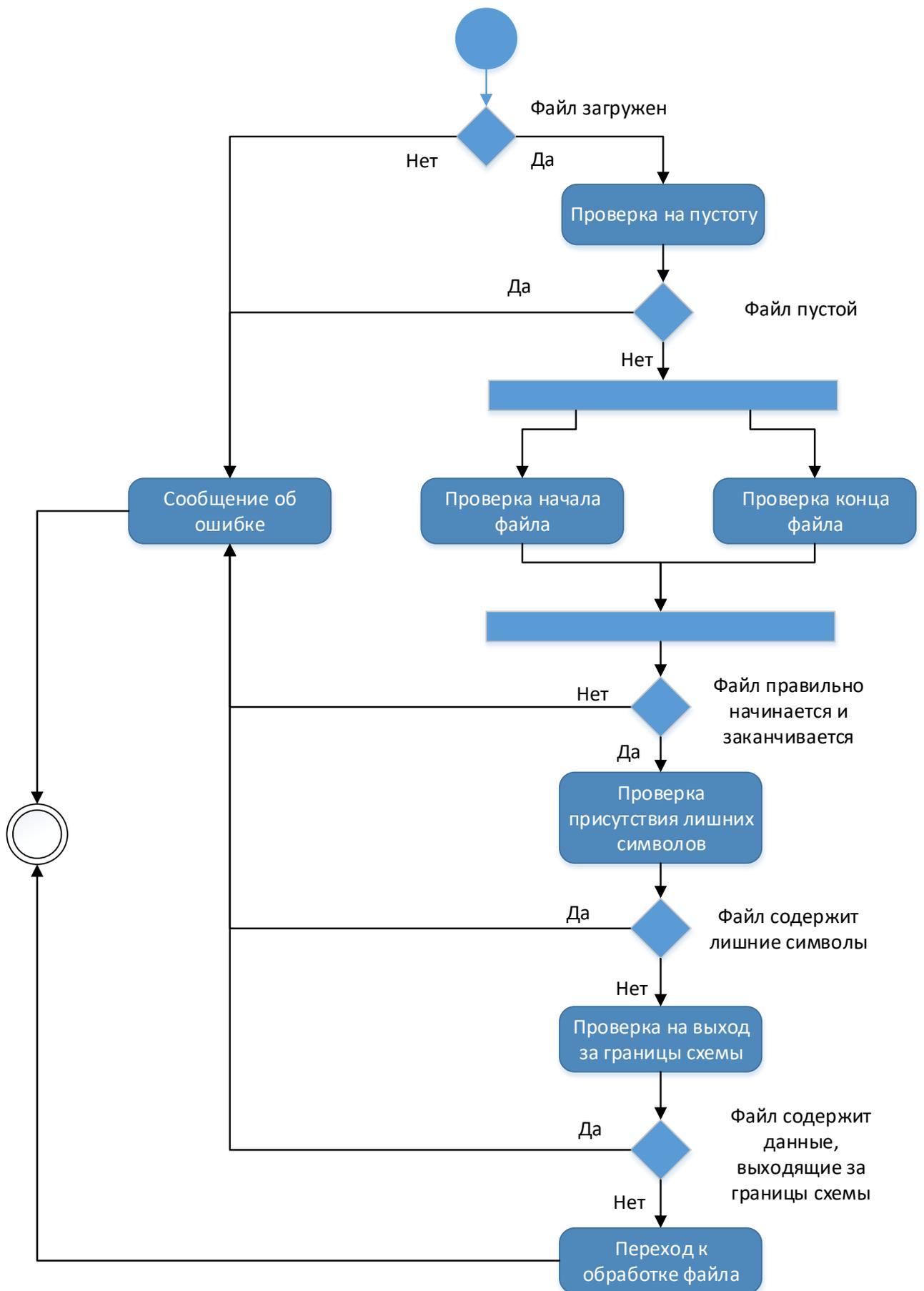


Рис. 11. Диаграмма деятельности проверки WITS файла

В вышеприведенных диаграммах деятельность есть блок «Сообщение об ошибке». Данный блок является условным, так как его можно заменить на блок, который не просто сообщает об ошибке при загрузке файла, но и отправляет запрос на повторную отправку файла. Такой механизм необходим, когда взаимодействие между модулями происходит автоматически, без участия человеческого ресурса.

Далее идет этап конвертации загруженных файлов. Данный процесс включает в себя три основных блока:

- 1) Определение типа и версии стандарта;
- 2) Процесс конвертирования;
- 3) Определение пересечения данных и удаление лишних.

Рисунок 12 демонстрирует блок-схему алгоритма конвертации из файла LAS в файл WITSML в виде диаграммы деятельности.

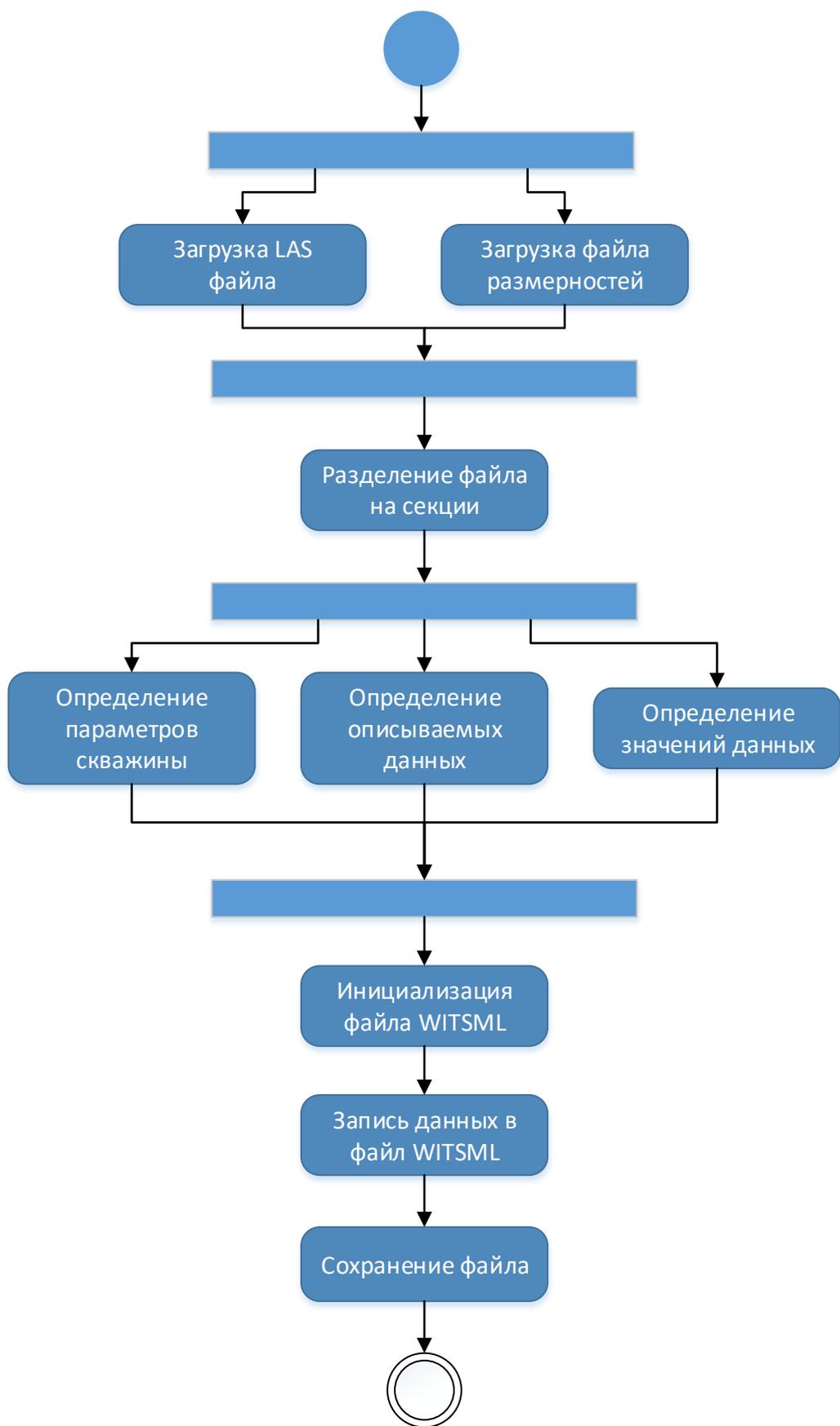


Рис. 12. Блок-схема алгоритма конвертации из LAS в WITSML

Краткое описание работы алгоритма:

- Программа берет на вход следующие параметры: входной файл (las), выходной файл (xml), uid скважины, uid ствола скважины, uid лога, версию witsml (1.3.1 или 1.4.1).

Работа с LAS:

- Программа разделяет las-файл на секции (w,v,c,p,o,a);
- В секции W: разделяет основные мнемоники (описываемые данные скважины) на составляющие, определяет единицы измерения, записывает начало и конец записи параметров (STRT, STOP, STEP, NULL, SRVC);
- Секция V остается без изменений;
- В секции C программа разделяет мнемоники на составляющие, а также делает записи в логи кривых;
- В секции P также разделяет параметры на мнемоники; преобразует значение некоторых мнемоник (в целочисленные или с плавающей точкой);
- Секция O остается без изменений.

Работа с WITSML

- 1) Инициализация файла заданной версии witsml (по умолчанию 1.4.1).
- 2) Вызов метода конвертации. Данный метод берет выбранный las-файл, uid скважины, uid ствола, name - для задания имени скважины и ствола.
- 3) Предварительная подготовка las-файла: вычленение и разделение информации о логах глубины и времени.
- 4) Определение версии witsml.
- 5) Запись xml объектов: логов, информации о скважине, компании.
- 6) Далее следует цикл по добавлению строк во временный файл.
- 7) Запись всех строк и logCurveInfo в цикле LCI записываются в файл
- 8) После этого в файл записываются построчно logData.
- 9) Файл witsml сохраняется.

Алгоритм конвертации файлов WITS аналогичен, но с некоторым поправками на строгую спецификацию описываемых данных. Если при

конвертации файла LAS все данные из файла можно записать в один объект (LogCurveInfo) из схемы WITSML, то файл WITS может описывать множество объектов, которые сопоставляются с объектами из WITSML. Для формализации алгоритма конвертации необходимо соблюсти два условия:

- 1) Сопоставить схему данных WITS со схемой данных WITSML;
- 2) Создать словарь в виде файла JSON схемы WITS, для сопоставления номера описываемого параметра с его описанием, типом и единицами измерения.

Пример части JSON файла для WITS:

```
{
  "0101": {
    "Description": "Well Identifier",
    "Type" : "A",
    "Unit": "----"
  },
  "0102": {
    "Description": "Sidetrack/Hole Sect No.",
    "Type" : "S",
    "Unit" : "----"
  },
  ...
},
  "0112": {
    "Description": "Block Position",
    "Type" : "F",
    "Unit": "KDN"
  },
  "0113": {
    "Description": "Rate of Penetration (avg)",
```

```
"Type" : "F",
"Unit": "F/HR"
},
"0114": {
"Description": "Hookload (avg)",
"Type" : "F",
"Unit": "KLB"
}
}
```

Рисунок 13 демонстрирует блок-схему алгоритма конвертации из файла WITS в файл WITSML. В одном блоке данных может быть до 25 объектов, у каждого объекта несколько полей, у каждого поля по одному значению. Например, вышеприведенный фрагмент файла содержит в себе объект «01», что согласно схеме означает «General Time-Based», и поля: «01» - «Well Identifier», «02» - «Sidetrack/Hole Sect No.» и так далее.

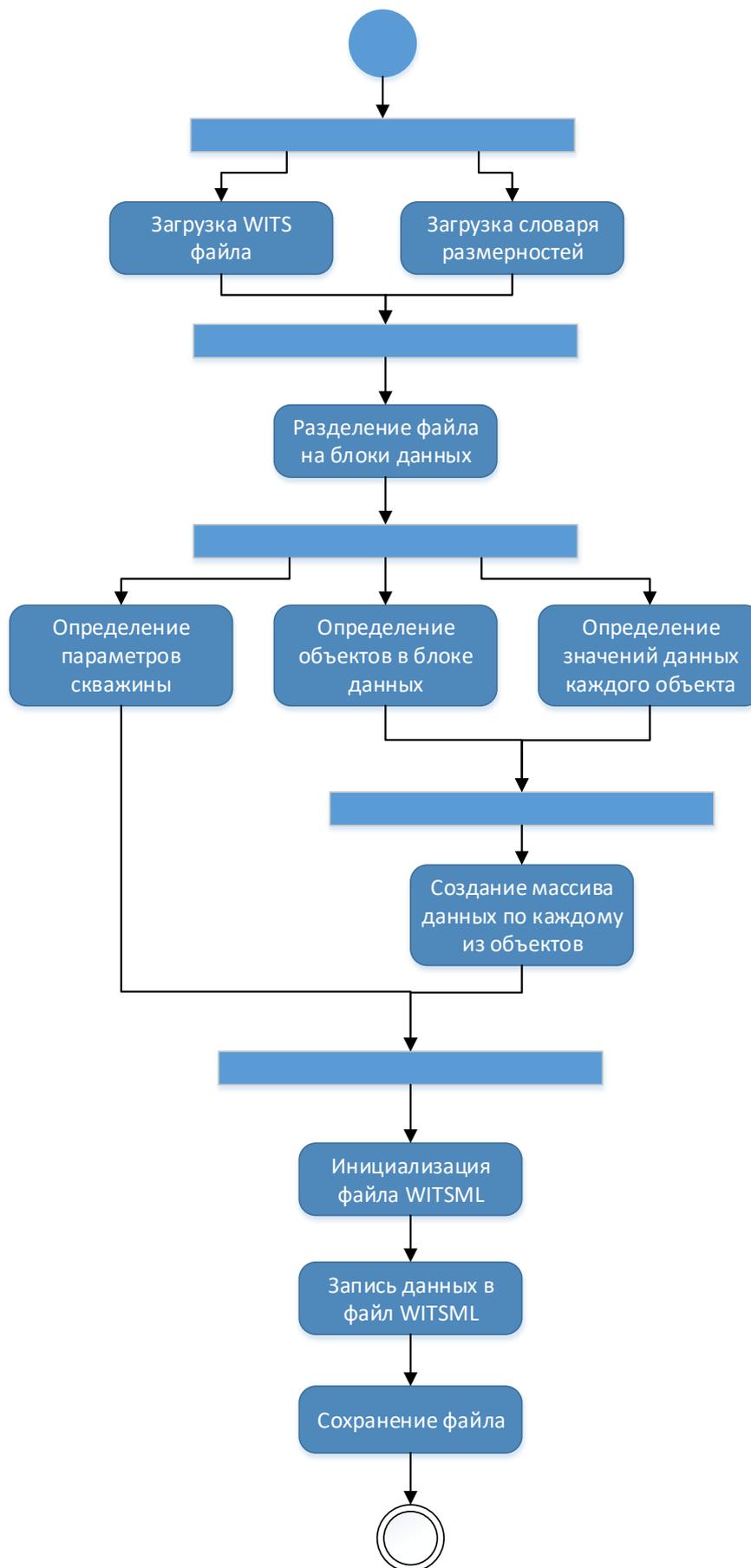


Рис. 13. Алгоритм конвертации файла WITS

Конвертация данных из WITS в WITSML дает следующие эффекты:

- 1) Уменьшается размер файла, так как блок описания снимаемых величин отделен от блока с описанием значений данных;
- 2) Формирование законченной структуры файла, за счет XML тегов, что упрощает как передачу данных по сети, так и обработку программными приложениями.

3.2 Проектирование и разработка веб-интерфейса для ввода массива данных

Вкладка ввода данных стандарта WITS с функцией загрузки готового файла с данными (рис. 14).

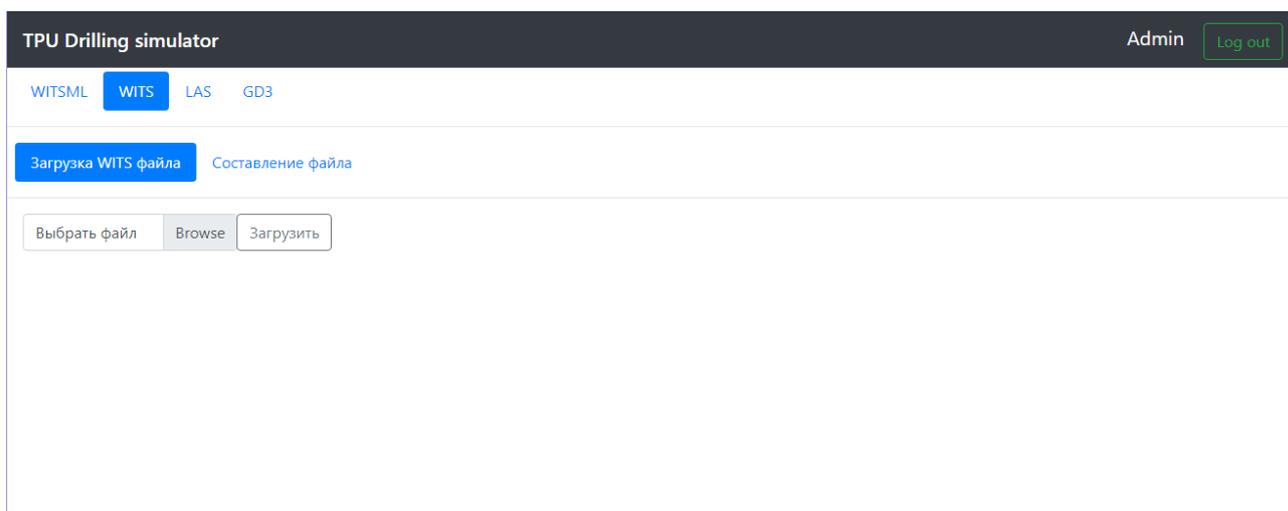


Рис. 14. Вкладка загрузки файлов WITS

Вкладка ввода данных стандарта WITS с возможностью формирования файла WITS по введённому массиву данных (рис. 15).

TPU Drilling simulator Admin [Log out](#)

WITSML **WITS** LAS GD3

Загрузка WITS файла [Составление файла](#)

Well identifier Well ID	Sidetrack Sidetrack	Activity Code Activity Code	Система измерения Футы
Record Identifier Record Identifier	Sequence Identifier Sequence Identifier	Date Date	Time Time

Выбор типа записи: Выбор значения типа записи: [Добавить параметр](#)

Начальное значение

Конечное значение

Шаг измерения

[Применить](#)

Список параметров

[Сформировать WITS файл](#)

Рис. 15. Вкладка формирования массива данных по стандарту WITS

Данные задаются через три параметра: начальное значение, шаг изменения и конечное значение. WITS имеет 25 основных типов данных для записи, каждый из которых имеет свое количество конкретных параметров. На рисунках (16,17) представлено часть типов.

Выбор типа записи

General Time-Based ▾

General Time-Based

Drilling - Depth Based

Drilling - Connections

Hydraulics

Рис. 16. Выбор объекта записи

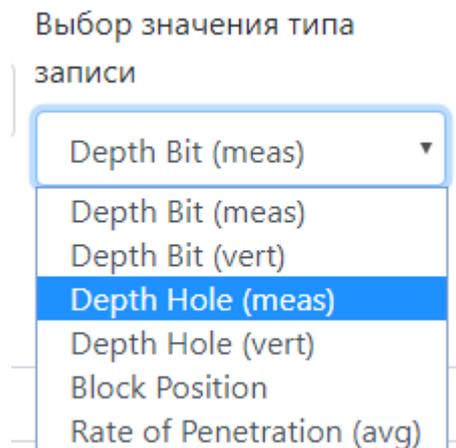


Рис. 17. Выбор параметра объекта записи

Вкладка ввода данных по стандарту LAS с возможностью загрузки ранее сформированного файла (рис. 18).

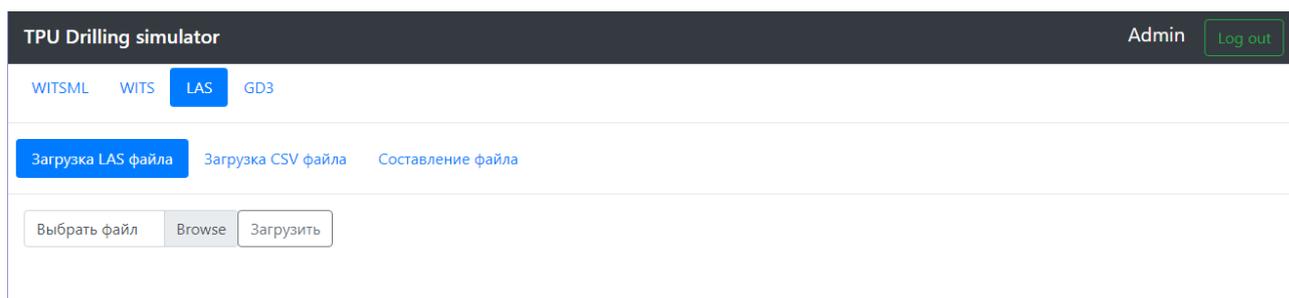


Рис. 18. Вкладка загрузки файла LAS

Так как стандарт LAS имеет линейную структуру, имеет смысл добавить функцию загрузки данных из таблицы (например, CSV). Также есть возможность ввода произвольных данных с последующим формированием LAS файла. В поле «список параметров» отображаются добавляемые параметры и их единицы измерения (рис. 19).

The screenshot shows the 'TPU Drilling simulator' interface with the 'LAS' tab selected. At the top right, there is an 'Admin' link and a 'Log out' button. Below the navigation tabs (WITSML, WITS, LAS, GD3), there are three buttons: 'Загрузка LAS файла', 'Загрузка CSV файла', and 'Составление файла'. The main form area contains several sections:

- 'Скважина' (Well ID) with an input field.
- 'Месторождение' (Oilfield ID) with an input field.
- 'Система измерения' (Measurement system) with a dropdown menu showing 'Футы' (Feet).
- 'Параметр' (Parameter) and 'Ед. измерения' (Measurement unit) input fields, followed by a 'Добавить параметр' (Add parameter) button.
- 'Список параметров' (List of parameters) input field.
- 'Выбор параметра' (Parameter selection) dropdown menu showing 'MD', with three sub-input fields: 'Начальное значение' (Initial value), 'Конечное значение' (Final value), and 'Шаг измерения' (Measurement step), followed by a 'Применить' (Apply) button.
- A large green 'Сформировать LAS файл' (Generate LAS file) button at the bottom.

Рис. 19. Вкладка формирования массива данных по стандарту LAS

Вкладка с возможностью как ручной, так и автоматической загрузки GD3 файлов с ПАК «КУБ-2». Автоматическая загрузка и разбор бинарных данных производится при помощи дополнительного модуля GD3Viewer (рис. 20).

The screenshot shows the 'TPU Drilling simulator' interface with the 'GD3' tab selected. At the top right, there is an 'Admin' link and a 'Log out' button. Below the navigation tabs (WITSML, WITS, LAS, GD3), there is a checkbox labeled 'Автоматическая загрузка' (Automatic loading). Below this, there are three buttons: 'Выбрать файл' (Select file), 'Browse', and 'Загрузить' (Upload).

Рис. 20. Вкладка загрузки файла GD3

4 Результаты

В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты:

- 1) Проведен анализ современных протоколов и стандартов передачи данных в нефтедобывающей отрасли;
- 2) Проведен анализ существующих технических решений для симуляции данных и моделирования процесса бурения;
- 3) Разработаны основные функции и требования к программно-аппаратному обеспечению стенда симуляции данных о бурении;
- 4) Спроектирована телекоммуникационная архитектура для программно-аппаратного обеспечения стенда;
- 5) Определены основные принципы проектирования программно-аппаратного комплекса;
- 6) Спроектированы модули агрегации и конвертации данных;
- 7) Разработаны модули конвертации данных о бурении из стандартов LAS, GD3 в стандарт WITSML. Модуль конвертации из стандарта WITS находится в процессе разработки;
- 8) Спроектирован модуль ввода данных о бурении;
- 9) Спроектирован веб-интерфейс для ввода массива данных о бурении в стандартах WITSML, LAS, WITS, GD3;
- 10) Разработаны алгоритмы для конвертации данных из стандартов LAS, WITS;
- 11) Разработаны алгоритмы для проверки корректности составленных отчетов по данным о бурении.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Диссертация посвящена разработке и проектированию программно-алгоритмического обеспечения для системы сбора, обработки, хранения и передачи данных, описывающих процесс бурения в режиме реального времени. Для любого проекта имеет место быть необходимость оценки экономической составляющей. В данной диссертации будет оцениваться экономическая выгода от реализации проекта.

Потенциальными потребителями результатов данного исследования являются: сервисные компании, предоставляющие услуги по бурению нефтяных скважин, образовательные учреждения, ведущие подготовку специалистов-геологов.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. В данном случае есть два потенциальных конкурента: «Тренажёр бурильщика АМТ» - k1, «Слайд мастер 1.8» - k2.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – оценочная карта для сравнения конкурентных разработок

Показатели	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,06	4	4	3	0,24	0,24	0,18
2. Надежность	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
3. Увеличение производительности труда	0,12	4	4	2	0,48	0,48	0,24
4. Помехоустойчивость	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
5. Качество интерфейса	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
6. Легкость использования	0,03	4	3	4	0,12	0,09	0,12
7. Кол-во ресурсов памяти	0,07	3	4	3	0,21	0,28	0,21
8. Функциональность продукта	0,13	4	3	4	0,52	0,39	0,52
9. Отсутствие потери данных	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
10. Уровень конкурентоспособности	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
11. Стоимость	0,05	4	3	2	0,2	0,15	0,1
12. Срок эксплуатации	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2

13. Поддержка продукта	0,07	3	3	4	0,21	0,21	0,28
14. Способность проникнуть на рынок	0,04	4	3	4	0,16	0,12	0,16
Итого	1				3,71	3,76	3,43

Баллы выставлены при помощи экспертного метода, где 5 баллов – отличный показатель, 1 – плохой показатель.

Найдем коэффициент конкурентоспособности разработки:

$$K = (Kф / Kk1 + Kф / Kk2) / 2 = (3,71/3,76 + 3,71/3,43) / 2 = 1,03$$

Так как найденный коэффициент больше 1, наш проект конкурентоспособен, несмотря на то что он уступает продукту k1 по некоторым показателям: помехоустойчивость и использованием памяти, он имеет преимущество в удобстве использования и надежности относительно k2.

5.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. 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.

5.2.1 Цели и результаты проекта

В данном разделе приводится информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта, а также критериях достижения целей. Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть

затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Сервисные компании по оказанию услуг разработки углеводородных месторождений	Разработанное программное обеспечение для передачи данных о процессе бурения в моделирующее приложение в режиме реального времени, с возможностью симуляции данных для прогнозирования результатов бурения.
Разработчики программного обеспечения для сервисных компаний по разработке месторождений	Проект включающий себя телекоммуникационную архитектуру и алгоритмическое обеспечение для сбора, передачи и конвертации в единый стандарт описания данных, в режиме реального времени.
Образовательные учреждения	Проект и разработка стенда для обучения специалистов работы с моделирующими пакетами месторождений, совместно с программно-аппаратными источниками данных, сформированных в различных стандартах.

В таблице 5.3 представлена информация о иерархии целей проекта и критериев их достижения.

Таблица 5.3 – иерархия целей проекта и критерии их достижения

<p>Цели проекта:</p>	<p>Разработка проекта программно-аппаратной и телекоммуникационной архитектур для осуществления двух основных целей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Симуляция данных о бурении в режиме реального времени для прогнозирования результатов бурения; 2) Разработка программного способа агрегации и приведения разнородных данных к единому стандарту.
<p>Ожидаемые результаты проекта:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Проект архитектуры программно-аппаратной симуляции данных с выводом результата в моделирующем пакете в режиме реального времени; 2) Программная реализация симуляции данных о бурении в виде веб-интерфейса.
<p>Критерии приемки результата проекта:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Обновление модели месторождения в моделирующем пакете в режиме реального времени при загрузке массива данных в веб-

	интерфейс симуляции данных о бурении.
Требования к результату проекта:	Требования:
	Стоимость: менее 1 млн. руб. в год
	Поддержка современных стандартов передачи данных о бурении
	Формализованное описание работы всех программных модулей проекта
	Бесперебойная работа всех программных модулей проекта

5.3 Организация и планирование работы

В данном разделе составляется список проводимых работ, определяются их исполнители и продолжительность. Так как число исполнителей не превышает двух, линейный график работ является наиболее удобным и компактным способом представления данных планирования. Данные по перечню работ и степени участия представлены в таблице Таблица 5.4 Исполнителей в данном проекта двое – исполнитель (И) и научный руководитель (НР).

Таблица 5.4 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители
1. Постановка задачи, определение целей, получение исходных данных	НР
2. Выявлений требований к программе	НР, И

3.	Обзор литературы и существующих решений	НР, И
4.	Календарное планирование	НР, И
5.	Проектирование модели системы	И
6.	Разработка алгоритма конвертации	И
7.	Разработка алгоритма реализации	И
8.	Разработка блока агрегации	И
9.	Разработка веб-интерфейса	И
10.	Тестирование	НР, И
11.	Анализ результатов	НР, И
12.	Расчет показателей ресурсоэффективности	И
13.	Оценка показателей социальной ответственности	И
14.	Оформление пояснительной записки	И
15.	Проверка работы	НР, И

5.3.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется с использованием опытно-статистического метода. Аналоговый метод здесь не применим, в силу отсутствия идентично выполняемой научно-исследовательской работы/проекта, поэтому принято решение применять экспертный способ. Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяются две оценки: t_{min} и t_{max} (метод двух оценок). Для построения таблицы продолжительности этапов работ используются следующие параметры:

- Ожидаемые (вероятные) значения продолжительности работ ($t_{ож}$):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \text{ где}$$

t_{min} – минимальная трудоемкость работ, дни;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, дни;

Для построения линейного графика рассчитывается длительность этапов в рабочих днях, а затем осуществляется её перевод в календарные дни.

- Продолжительность выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$):

$$T_{РД} = t_{ож}, \text{ где}$$

$t_{ож}$ – продолжительность работы, дни;

- Продолжительность выполнения этапа в календарных днях ($T_{КД}$):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \text{ где}$$

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \text{ где}$$

$T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$)

Таким образом, для шестидневной рабочей недели получаем следующий коэффициент календарности:

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

Таблица 5.5 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	М	НР	М
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Постановка задачи, определение целей, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	2,80	0,00	3	0
Выявление требований к программе	НР, И	2	3	2,4	2,40	2,40	3	3
Обзор литературы и существующих решений	НР, И	10	14	11,6	11,60	11,60	14	14
Календарное планирование	НР, И	2	4	2,8	2,80	2,80	3	3
Проектирование модели системы	И	8	10	17	0,00	17,00	0	20
Разработка алгоритма конвертации	И	7	10	8,2	0,00	8,20	0	10
Разработка алгоритма реализации	И	20	25	22	0,00	22,00	0	27
Разработка блока агрегации	И	25	30	27	0,00	27,00	0	33
Разработка веб-интерфейса	И	100	120	108	0,00	108,00	0	130
Тестирование	НР, И	1	2	1,4	1,40	1,40	2	2

Анализ результатов	НР, И	10	15	12	12,00	12,00	14	14
Расчет экономических показателей	И	2	4	2,8	0,00	2,80	0	3
Оценка показателей безопасности жизнедеятельности	И	2	4	2,8	0,00	2,80	0	3
Оформление пояснительной записки	И	7	14	9,8	0,00	9,80	0	12
Подведение итогов	НР, И	3	5	3,8	3,80	3,80	5	5
Итого				234,4	36,80	231,60	44	279

Календарный план-график проведения работ для научного руководителя и исполнителя проекта представлена на рисунке 5.5 в календарных днях.

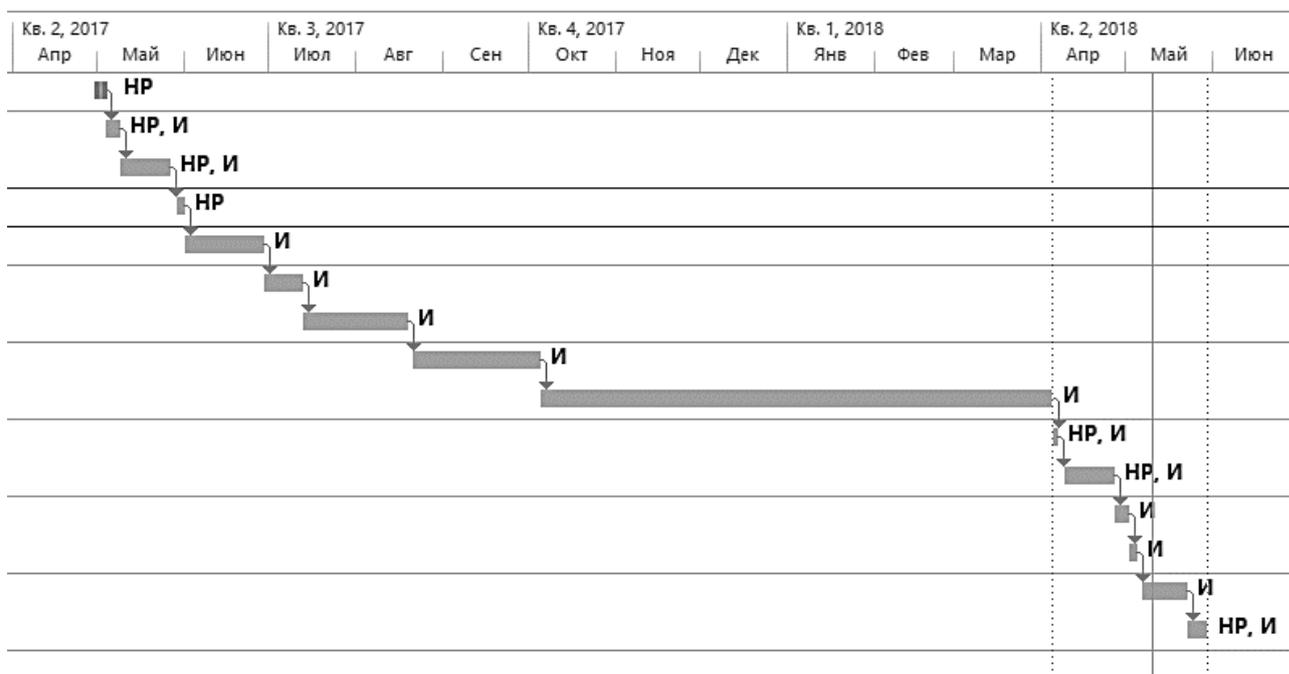


Рис. 5.1. План-график проведения работ

5.3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Состав затрат на научно-исследовательскую работу состоит из всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данного исследования. С учетом специфики проделанной работы для рассматриваемого проекта производится оценка следующих расходов:

- Материалы и покупные изделия;
- Заработная плата;
- Социальный налог
- Расходы на электроэнергию (без освещения);
- Амортизационные отчисления;
- Прочие (накладные) расходы.

Расходы по командировкам, консалтинговым услугах и привлечение помощи сторонних организаций в рамках данного проекта отсутствуют. Также не учитываются затраты на расходные материалы и канцелярию в силу отсутствия значительного вклада в расходы по проекту.

5.3.3 Расчет заработной платы

В данном разделе расчет основной заработной платы производится на основе величины месячного оклада исполнителей, а также премии и надбавки, входящие в фонд заработной платы. Оклады участникам проекта взяты на основе отраслевой системы оплаты труда ТПУ.

Расчет затрат на заработную плату представлен в таблице 5.7. Для расчета данной таблицы использовались следующие параметры:

- Месячный оклад исполнителей проекта (МО):

В данном случае рассматриваются следующие оклады:

1) научный руководитель: должность – доцент, степень – кандидат технических наук;

2) исполнитель: учебно-вспомогательный персонал.

- Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$), рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{24,83}, \text{ где}$$

МО – месячный оклад исполнителя,

Значение 24,83 – количество рабочих дней при шестидневной рабочей неделе при условии 298 рабочих дней в году.

Таблица 5.7 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес. (2017)	Оклад, руб./мес. (2018)	Среднедневная ставка, руб./раб.день (2017)	Среднедневная ставка, руб./раб.день (2018)	Затраты времени, раб. дни	Коеф-т	Фонд з/платы, руб.
НР	26300	33664	1059,20	1355,78	36,8	1,3	57303,71
И	9489	9489	382,16	382,16	231,6	1,3	115060,3

Итого:							172364
--------	--	--	--	--	--	--	--------

5.3.4 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН) включают в себя следующие отчисления:

- социальное страхование;
- пенсионный фонд;
- медицинское страхование.

ЕСН составляет 30% от заработной платы по проекту:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3$$

Таким образом, для разрабатываемого проекта получаем:

$$C_{\text{соц}} = 172364 \cdot 0,3 = 51709,21 \text{ руб.}$$

5.3.5. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, используемую оборудованием в ходе выполнения проекта и рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}, \text{ где}$$

$P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час;

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1кВт·час на первое полугодие 2018 года (включающий в себя: одноставочный тариф, содержание сетей, ставка на оплату технологического расхода).

Значения параметров:

1) $C_{\text{э}}$ - для ТПУ составляет 14,235 руб/ кВт·час (с НДС)

2) $t_{\text{об}} = T_{\text{рД}} \cdot K_t$, где

- $T_{рд}$ – трудозатраты исполнителя из расчета на 8 часовой рабочий день;

- $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени

3) $P_{об} = P_{ном} \cdot K_c$, где

- $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

- $K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависит от средней степени использования номинальной мощности.

Расчет затрат электроэнергию представлен в таблице 5.8

Таблица 5.8 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Тариф $C_э$, руб/кВт·час	Затраты $Э_{об}$, руб.
Персональный компьютер	$8 \cdot 279 \cdot 0,8 = 1785$	0,275	14,235	6987,6
Персональный компьютер	$8 \cdot 44 \cdot 0,8 = 282$	0,25	14,235	1003,5
Сервер коллективной разработки	$24 \cdot 279 \cdot 0,5 = 3348$	0,5	14,235	23829,4
Сервер хранения данных о бурени	$24 \cdot 279 \cdot 0,5 = 3348$	0,65	14,235	30978,2
Лазерный принтер	8	0,1	14,235	11,39

Итого				62810,1
--------------	--	--	--	----------------

5.3.6 Расчет прочих расходов

Величина прочих расходов составляет 10% от суммы всех предыдущих расходов и рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}}) \cdot 0,1$$

Для данного проекта получаем:

$$C_{\text{проч.}} = (172364 + 51709,21 + 62810,1) \cdot 0,1 = 28688,34 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

$$C_{\text{накл.}} = 172364 \cdot 0,8 = 137891,2 \text{ руб.}$$

5.3.7 Расчет общей себестоимости разработки

Общая себестоимость разработки представляет суммарное значение затрат по всем статьям сметы затрат на разработку. Расчет общей себестоимости разработки представлен в таблице 5.9

Таблица 5.9 - Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	172364
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	51709,21
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	62810,1

Накладные расходы	$C_{\text{накл}}$	137891,2
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	28688,34
Итого		453463

Круговая диаграмма (рис. 5.2) наглядно отображает доли расходов проекта по статьям затрат.

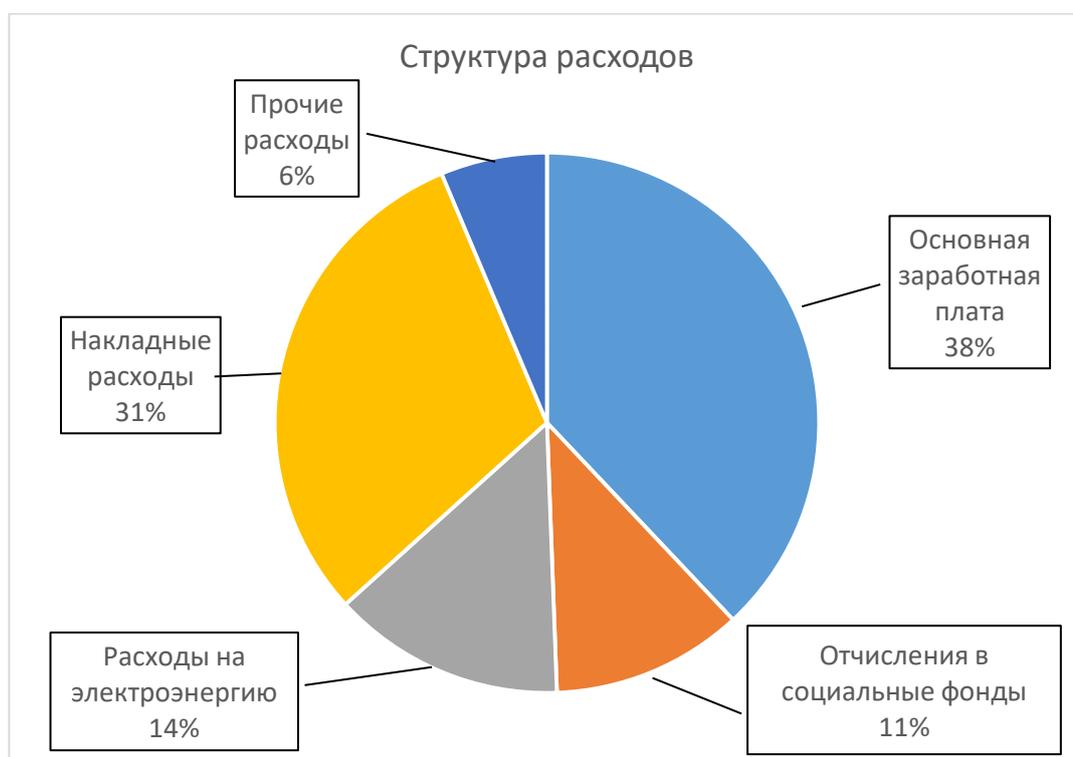


Рис. 5.2. Структура расходов проекта

5.3.8 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для данной оценки используется метод балльных оценок, сущность которого заключается в присвоении каждому из показателей НИР определенного количества баллов по соответствующей для данного показателя шкале.

Научно-технический уровень определяется на основании его интегрального показателя, который выражается следующей формулой:

$$I_{\text{НТУ}} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \text{ где}$$

$I_{\text{НТУ}}$ - интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта в баллах.

Таблица 5.10 – Оценка научно технического уровня НИР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8 – 10
Новая	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5 – 7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, определяют пути дальнейших исследований	2 – 4
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике,	-

	результаты которой носят информационный характер	
Не обладающая новизной	Получен результат который ранее был известен	-

Оценка научно-технического уровня представлена в таблице 5.10

Таблица 5.11 – Оценка научно технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,3	Уровень новизны	Новый	7	Новый способ организации информационной инфраструктуры, новый протокол передачи данных
0,2	Теоретический уровень	Разработка способа	5	Разработка нового способа агрегирования и представления информации
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	8	Реализуется на основе хорошо известных технологий

Таким образом, для данного проекта получаем следующий показатель научно-технического уровня:

$$I_{НТУ} = 0,3 \cdot 7 + 0,2 \cdot 6 + 0,5 \cdot 8 = 7,1$$

В таблице 5.12 приводится оценка качественных уровней НИР.

Таблица 5.12 - Качественная оценка показателей НИР

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

На основании таблицы 5.12 данная работа относится к среднему уровню научно технического эффекта. Средний уровень НТЭ обусловлен тем, что данная работа представляет собой новый подход к организации рабочего места специалиста для моделирования процесса бурения.

5.4 Определение эффективности исследования

С каждым годом требования к программному комплексу в отрасли нефтедобычи все больше повышаются. Возникает необходимость разрабатывать более сложные месторождения, где требуется большая точность и осторожность. Ошибки, аварии при бурении могут повлечь за собой потери, исчисляемые в огромных суммах. Все это способствует поиску решений, увеличивающих контроль процесса бурения. Идеальная схема – данные передаются с множества датчиков сразу же прямо в центр моделирования месторождений, где создается объемная модель пластов, прогнозируются возможные аварийные ситуации, проблемы, происходит мгновенная корректировка процесса.

На практике все выглядит иначе. Данные не передаются в режиме real-time, месторождение моделируется в «плоском» варианте. Для того, чтобы

заменить всю систему получения, обработки и передачи данных потребуются огромные суммы, не каждая компания имеет такую возможность. Переход на новую схему должен иметь место, однако этот переход должен быть постепенным.

Исследование данной магистерской диссертации ведется для достижения следующей цели: создание проекта архитектуры программно-аппаратного комплекса для симуляции данных о бурении в режиме реального времени, также позволяющее принимать данные со станций ГТИ в режиме реального времени, конвертировать их в единый формат. Основная выгода в подходе симуляции данных о бурении лежит в области прогнозирования поведения и результатов разработки месторождения, при бурении нефтедобывающих скважин. Выгода при использовании данного подхода достигается за счет более быстрого принятия управленческих решений специалистом, при условии поступления актуальных данных при разработке скважины с минимальной временной задержкой.

Вывод

В данном разделе была произведена оценка различных экономических аспектов разработанного проекта. На основании полученных результатов проекту можно дать следующую характеристику:

- по времени разработки (11 месяцев) проект относится к краткосрочному виду проектов;
- по масштабности (с учетом себестоимости и времени разработки) проект можно отнести к категории малых проектов;
- наличие новизны метода и актуальность решаемой проблемы повышают конкурентоспособность проекта в заданной предметной области.

6 Социальная ответственность

Разработанный в рамках магистерской диссертации проект является программным обеспечением комплекса симуляции состояния подземного нефтяного резервуара в режиме реального времени, при помощи стороннего моделирующего приложения.

Разработка системы велась с использованием компьютерной техники. Использование средств вычислительной техники, накладывает целый ряд вредных факторов на человека, что впоследствии снижает производительность его труда и может привести к существенным проблемам со здоровьем разработчика.

В настоящем разделе рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с работой в помещении, содержащем компьютерную технику. Также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников опасных и вредных факторов, создание безопасных условий труда для работников.

6.1 Производственная безопасность на стадии разработки проекта

Проектная деятельность выполнялась в помещении отделения «Информационных технологий» кибернетического корпуса ТПУ в кабинете 212. Помещение оснащено видео-дисплейными терминалами (ВДТ), персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ), компьютерными столами, стульями, столом для коллективной работы, огнетушителями, кондиционером, противопожарной сигнализацией и датчиками дыма.

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке проекта.

Все производственные факторы классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизические. Для

данной работы целесообразно рассмотреть физические и психофизические вредные и опасные факторы производства, характерные для рабочей зоны программиста, разработчика приложения, пользователя. Выявленные факторы представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Вредные и опасные производственные факторы при выполнении работ за ПЭВМ

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Проектирование системы; 2) Реализация системы.	1) Отклонение показателей микроклимата; 2) Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3) Умственное перенапряжение; 4) Монотонный режим работы; 5) Шумовое загрязнение и вибрации	1) Опасность поражения электрическим током.	1) СанПиН 2.2.4.548-96; 2) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; 3) СП 52.13330.2011; 4) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ; 5) СНиП 21-01-97.

6.1.1 Вредные производственные факторы

6.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Показателями, характеризующими микроклимат, являются:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, указанным в таблицах 6.2 и 6.3 [2]. Работа программиста относится к категории работ – Ia, потому что производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением.

Температура воздуха в рабочей зоне, измеренная на разной высоте и в различных участках помещений, не должна выходить в течение смены за пределы оптимальных величин, указанных таблице 6.2 для отдельных категорий работ [2].

Таблица 6.2 – Оптимальные показатели температуры в рабочей зоне, согласно СанПиН 2.2.4-548-96

Период года	Категория работ	Температура, °С				
		Оптимальная	Допустимая		Непостоянных	
			На рабочих местах			
			Верхняя граница	Нижняя граница		
		Постоянных	Непостоянных	Постоянных	Непостоянных	
Холодный	Легкая I-a	22-24	25	26	21	18
Теплый	Легкая I-a	23-25	28	30	22	20

Таблица 6.3 – Оптимальные показатели влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне, согласно СанПиН 2.2.4-548-96

Относительная влажность		Скорость движения, м/с	
Оптимальная	Допустимая на рабочих местах	Оптимальная, не более	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных

40-60	75	0,1	Не более 0,1
40-60	55 (при 28 ° С)	0,1	0,1-0,2

При обеспечении оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от охлаждения от остекленных поверхностей оконных проемов, в теплый период года – от попадания прямых солнечных лучей, например, жалюзи.

Температура воздуха в аудитории, где находится рабочее место исполнителя проекта составляет 23-24 градуса, что соответствует оптимальным показателям температуры рабочей зоны. Относительная влажность воздуха составляет 52,43%, что также соответствует оптимальным показателям влажности воздуха в рабочей зоне. При закрытых окнах движения воздуха не ощущается. Для регулирования температурного режима в аудитории предусмотрен кондиционер.

6.1.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, возникающим при работе с ПЭВМ, уровни которого регламентируются СП 52.13330.2011.

Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с дисплеем ПЭВМ и занимает от 80 % рабочего времени. Недостаточность освещения снижает производительность труда, увеличивает утомляемость и количество допускаемых ошибок, а также может привести к появлению профессиональных болезней зрения.

Разряд зрительных работ программиста и оператора ПЭВМ относится к разряду III и подразряду Г (работы высокой точности). В таблице 6.5 представлены нормативные показатели искусственного освещения при работах заданной точности [3].

Таблица 6.4 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий для операторов ПЭВМ.

Характеристики зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристики фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						Всего	В том числе от общего	
Высокой точности	0,264	III	Г	Средней, большой	Светлой, средней	400	200	200

Для создания и поддержания благоприятных условий освещения для операторов ПЭВМ, их рабочие места должны соответствовать санитарно-эпидемиологическим правилам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Для рассеивания естественного освещения следует использовать жалюзи на окнах рабочих помещений. В качестве источников искусственного освещения должны быть использованы люминесцентные лампы, лампы накаливания – для местного освещения [4].

В аудитории, где находится рабочее место исполнителя проекта находятся следующие приспособления для регулирования уровня освещенности: вертикальные жалюзи на всех окнах, 12 осветительных светодиодных ламп, размещенных на потолке, и поделенных на две рабочие зоны.

6.1.1.3 Умственное перенапряжение

Умственное перенапряжение вызывается большим объемом информации, которую надо анализировать, и чтобы избежать умственного перенапряжения

необходимо устраивать небольшие перерывы в течение рабочего дня продолжительностью не более 5 минут.

При умственной работе, по сравнению с физической работой потребление кислорода мозгом увеличивается в 15-20 раз. Если для умственной работы требуется значительное нервно-эмоциональное напряжение, то возможны значительные изменения кровяного давления, пульса. Длительная работа этого характера может привести к заболеванию, в частности сердечно-сосудистым и некоторым другим заболеваниям [3].

Рабочее место позволяет делать перерывы в течении дня. Для этого в кибернетическом центре предусмотрены длинные коридоры, где можно погулять и сбросить умственное напряжение, а также автоматы с едой и напитками, где можно восстановить энергетический уровень мозгового вещества для дальнейшей продуктивной работы.

6.1.1.4 Монотонный режим работы

При работе с ПЭВМ основным фактором, влияющим на нервную систему программиста или пользователя, является огромное количество информации, которое он должен воспринимать. Поэтому меры, позволяющие снизить воздействие этого вредного производственного фактора, которые регулируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, являются важными в работе оператора ПЭВМ. Они позволяют увеличить производительность труда и предотвратить появление профессиональных болезней.

Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Работа программиста-разработчика рассматриваемой в данной работе относится к группам А и Б, в то время, как деятельность пользователя приложения относится к группе В.

Категории трудовой деятельности, различаются по степени тяжести выполняемых работ. Для снижения воздействия рассматриваемого вредного фактора предусмотрены регламентированные перерывы для каждой группы работ – таблица 6.6 [4].

Таблица 6.5 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида категории трудовой деятельности с ПЭВМ

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12-часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ организована рабочая смена путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. В случаях, когда характер работы требует постоянного взаимодействия с компьютером организованы перерывы на 10–15 мин. через каждые 45–60 мин. работы. При высоком уровне напряженности работы есть психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях [4].

6.1.2 Опасные производственные факторы

6.1.2.1 Опасность поражения электрическим током

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку программист имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться особое внимание. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

Основным организационным мероприятием по обеспечению безопасности является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;

- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели корпуса приборов должны быть запрещены;

- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;

- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки [4, 5].

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду

В ходе выполнения ВКР и дальнейшем использовании алгоритмов отсутствуют выбросы каких-либо вредных веществ в атмосферу и гидросферу, следовательно, загрязнение воздуха и воды не происходит.

Однако, люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, требуют особой утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно-опасным химическим веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5-ти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приема.

6.2.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Для уменьшения вредного влияния на литосферу необходимо производить сортировку отходов и обращаться в службы по утилизации для дальнейшей переработки или захоронения. [7]

Такие лампы нельзя выкидывать в мусоропровод или уличные контейнеры, а нужно отнести в свою районную Дирекцию единичного заказчика (ДЕЗ) или Ремонтно-эксплуатационное управление (РЭУ), где есть специальные контейнеры. Там они принимаются бесплатно, основанием должна служить утилизация в соответствии с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Томской области. Пункты приёма отработавших свой срок люминесцентных ламп по городам можно найти в интернете. [8]

Переработка макулатуры представляет собой многоэтапный процесс, цель которого заключается в восстановлении бумажного волокна и, зачастую, других компонентов бумаги (таких как минеральные наполнители) и использование их в качестве сырья для производства новой бумаги.

Организации, занимающиеся покупкой сломанных компьютеров на запчасти, готовы платить за запчасти деньги, которые они сэкономят на покупке новых деталей, необходимых для ремонта.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1 Основные чрезвычайные ситуации в офисном помещении

Чрезвычайные ситуации бывают техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

При работе в кабинете могут возникнуть следующие классификации чрезвычайных ситуаций:

– преднамеренные/непреднамеренные;

- техногенные: взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения/природные
- связанные с проявлением стихийных сил природы;
- социальные – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате опасного социального явления, которое повлекло в результате человеческие жертвы, ущерб здоровью, имуществу или окружающей среде;
- комбинированные.

6.3.2 Типичные чрезвычайные ситуации

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть при работе с ПЭВМ – пожар, так как в современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода и кабели, при протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, при этом возможно оплавление изоляции и возникновение возгорания.

Возникновение пожара является опасным производственным фактором, т.к. пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб, а также часто сопровождается травмами и несчастными случаями. Регулирование пожаробезопасности производится СНиП 21-01-97.

Возможные виды источников воспламенения:

- искра при разряде статического электричества;
- искры от электрооборудования;
- искры от удара и трения;
- открытое пламя [6].

Для профилактики организации действий при пожаре должен проводиться следующий комплекс организационных мер:

- должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения;

- должен проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара;

- не должны загромождаться или блокироваться пожарные выходы;

- во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения [6].

6.3.3 Действия в результате возникновения чрезвычайной ситуации и мер по ликвидации ее последствий

При работе компьютерной техники выделяется много тепла, что может привести к пожароопасной ситуации. Источниками зажигания так же могут служить приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционеры воздуха. В связи с этим, участки, на которых используется компьютерная техника, по пожарной опасности относятся к категории пожароопасных «В». Меры, соблюдение которых поможет исключить с большой вероятностью возможность возникновения пожара:

- для понижения воспламеняемости и способности распространять пламя кабели покрывают огнезащитным покрытием;

- при ремонтно-профилактических работах строгое соблюдение правил пожарной безопасности;

- помещения, в которых должны располагаться ПЭВМ, проектируются согласно I или II степени огнестойкости;

– каждое из помещений, где производится эксплуатация устройств ПЭВМ, должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения и обеспечено инструкциями по их применению. В качестве средств пожаротушения разрешается использование углекислотного огнетушителя типа ОУ-2, ОУ-5, а также порошковый тип. Применение пенных огнетушителей не допускается, так как жидкость проводит ток;

– устройства ПЭВМ необходимо устанавливать вдали отопительных и нагревательных приборов (расстояние не менее 1 м и в местах, где не затруднена их вентиляция и нет прямых солнечных лучей);

– разрабатываются организационные меры по обучению персонала навыкам ликвидации пожара имеющимися в наличии средствами тушения пожара до прибытия пожарного подразделения [9].

При пожаре люди должны покинуть помещение в течение минимального промежутка времени.

В помещениях с компьютерной техникой, недопустимо применение воды и пены ввиду опасности повреждения или полного выхода из строя дорогостоящего электронного оборудования.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным

органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

- При 36-часовой рабочей неделе – 8 часов;
- При 30-часовой рабочей неделе и менее – 6 часов.

Продолжительность работы (смены) в ночное время сокращается на один час без последующей отработки.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания. Время предоставления перерыва и его конкретная продолжительность устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка или по соглашению между работником и работодателем.

Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых).

Организация-работодатель выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы только в случаях, установленных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней, работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

Законодательством РФ запрещена дискриминация по любым признакам и принудительный труд [10].

6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Если пользователь постоянно загружен работой с ЭВМ, приемлемой является поза сидя. В положении сидя основная нагрузка падает на мышцы,

поддерживающие позвоночный столб и голову. В связи с этим при длительном сидении время от времени необходимо сменять фиксированные рабочие позы.

Исходя из общих принципов организации рабочего места, в нормативно-методических документах сформулированы требования к конструкции рабочего места.

Основными элементами рабочего места программиста являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура, мышь; вспомогательными - пюпитр, подставка для ног [11].

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования [12].

Рабочие места с ЭВМ должны располагаться на расстоянии не менее 1,5 м от стены с оконными проемами, от других стен – на расстоянии 1 м, между собой – на расстоянии не менее 1,5 м.

При размещении рабочих мест необходимо исключить возможность прямой засветки экрана источником естественного освещения. При размещении ЭВМ на рабочем месте должно обеспечиваться пространство для пользователя величиной не менее 850 мм. Для стоп должно быть предусмотрено пространство по глубине и высоте не менее 150 мм, по ширине – не менее 530 мм. Располагать ЭВМ на рабочем месте необходимо так, чтобы поверхность экрана находилась на расстоянии 400 – 700 мм от глаз пользователя. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [13].

Высота поверхности сиденья должна регулироваться в пределах 400 – 550 мм. Ширина и глубина его поверхности должна быть не менее 400 мм. Поверхность сиденья должна быть плоской, передний край – закругленным. Сиденье и спинка кресла должны быть полумягкими, с нескользящим, не

электризирующимся и воздухопроницаемым покрытием, материал которого обеспечивает возможность легкой очистки от загрязнения.

Опорная поверхность спинки стула должна иметь высоту 280 – 320 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм. Расстояние сцинки от переднего края сиденья должно регулироваться в пределах 260 – 400 мм.

Рациональной рабочей позой может считаться такое расположение тела, при котором ступни работника расположены на плоскости пола или на подставке для ног, бедра сориентированы в горизонтальной плоскости, верхние части рук – вертикальный угол локтевого сустава колеблется в пределах 70 – 90, запястья согнуты под углом не более чем 20, наклон головы – в пределах 15 – 20, а также исключены частые ее повороты [11].

Рабочее место исполнителя проекта размещено у стены, противоположной источнику естественного освещения. Расстояние до соседних рабочих мест составляет 1,2 метра. Рабочее место имеет достаточное пространства для комфортного размещения нижней части тела. Монитор с диаметром 24 дюйма находится на расстоянии вытянутой руки, что позволяет без лишнего зрительного напряжения читать текст с экрана монитора. Сидение соответствует антропометрическим требованиям: соответствует приемлемой высоте, имеет мягкое сидение и спинку.

Вывод: в данном разделе были рассмотрены основные аспекты производственной и экологической безопасности, а также проведен анализ наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций и организационных вопросов обеспечения безопасности на рабочем месте. Рабочее место исполнителя проекта соответствует оптимальным показателям по обеспечению защиты исполнителя от действия опасных и вредных факторов во время необходимых работ по реализации проекта.

Список используемой литературы:

1. Охрана труда. Вредные и опасные факторы производства [Электронный ресурс]. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/ohrana-truda.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
2. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы» [Электронный ресурс]. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5225/, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
3. Попов В.М. Психология безопасности профессиональной деятельности: учебное пособие / В. М. Попов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского государственного технического университета, 1996 г. – 155 с.
4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
5. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
6. Чрезвычайные ситуации при работе с ПЭВМ // Студопедия — Ваша школопедия. [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/8_107307_osveshchenie-pomeshcheniy-vichislitelnih-tsentrov.html, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.

7. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 N 681 (ред. от 01.10.2013) "Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде // Государственная система правовой информации [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102141053>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
8. Как утилизировать люминесцентную лампу? | Экологические проблемы и их решения [Электронный ресурс]. URL: <http://ecob3.ru/lampalum.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
9. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. М.: Энергоатомиздат, 1984 г. – 824 с.
10. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 3.07.2016) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
11. ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025975>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 06.03.2018 г.
12. ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. URL:

<http://docs.cntd.ru/document/1200012834>, свободный. – Загл. с экрана. –
Дата обращения: 06.03.2018 г.

- 13.ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913>, свободный. – Загл. с экрана. –
Дата обращения: 06.03.2018 г.

Список публикаций и научных достижений

Интеллектуальная собственность:

1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ "Сервер WITSML Адонис для обработки данных бурения";
2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ "Агент WITSML Адениум для станции управления бурением";
3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ "Модуль визуализации текущего состояния масштабируемой системы энергоэффективных мехатронных устройств";
4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ "Модуль автоматизированного сбора и накопления масштабируемой системы энергоэффективных мехатронных устройств";
5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Модуль обновления ПО блока управления и часов реального времени»;
6. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Модуль настройки масштабируемой системы энергоэффективных мехатронных устройств».

Участие в конференциях:

1. Диплом 1 степени, международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Научная сессия ТУСУР - 2017";
2. Диплом 2 степени, международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Научная сессия ТУСУР-2016";
3. Диплом 3 степени, Всероссийская научно-практическая конференция "Информационно-телекоммуникационные системы и технологии", г. Кемерово, 2017 г.;
4. Диплом за участие, II Международная научно-техническая конференция молодежи, "Транснефть - Центральная Сибирь", г. Томск;

5. "Вторая международная школа-конференция по гетерогенным вычислительным инфраструктурам", в рамках симпозиума NEC' 2017, г. Будва, Черногория.

Участие в конкурсах:

1. Диплом 1 место в номинации "IT в энергетике", всероссийский конкурс проектов и разработок в области it-технологий "IT-прорыв", тема "WITMLS Server";

2. Второй региональный конкурс "Открытые данные Томской области", номинация "Лучшее приложение на основе открытых данных", 2017 г.

Премии, звания, стипендии:

1. Стипендия Президента РФ (с 1 сентября 2017 по 31 августа 2018);

2. Стипендия Правительства РФ (с 1 марта 2017 по 31 августа 2017);

3. Сертификат 2 степени за победу в конкурсе на назначение повышенной государственной академической стипендии в номинации "За достижение в научно-исследовательской деятельности" в осеннем семестре 2017-2018 учебного года;

4. Сертификат 2 степени за победу в конкурсе на назначение повышенной государственной академической стипендии в номинации "За достижение в научно-исследовательской деятельности" в весеннем семестре 2016-2017 учебного года;

5. Сертификат 2 степени за победу в конкурсе на назначение повышенной государственной академической стипендии в номинации "За достижение в научно-исследовательской деятельности" в весеннем семестре 2017-2018 учебного года;

6. Сертификат владения английским языком ТПУ 0 (B1 – intermediate), 2018 г.

Публикации:

1. Silich V. A. , Silich M. P. , Saveljev A. O. , Isaev A. N. , Goncharov A. S. The algorithm of forecasting of the oil well intervention effect // Journal of Physics: Conference Series. - 2017 - Vol. 803, Article Number 012149. - p. 1-5;
2. Гончаров А. С. Методы разработки национальных стандартов передачи данных в области нефтедобычи // Молодежь и современные информационные технологии. сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Томск, 4-7 декабря 2017. – Томск. ТПУ, 2018 – С. 247-248;
3. Гончаров А. С. Разработка отечественных «агрегаторов» для работы станций геолого-технических исследований в режиме реального времени // Научная сессия ТУСУР-2017: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа. В 8 частях, Томск, 10-12 Мая 2017. - Томск: В-Спектр, 2017 - Т. 5 - С. 190-192;
4. Гончаров А. С. Исследование технологий и методов для создания отечественного стандарта передачи данных в нефтегазодобывающей отрасли в России [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т., Томск, 7-11 Ноября 2016. - Томск: ТПУ, 2017 - Т. 2 - С. 66-67;
5. Гончаров А. С. Мобильная система регионального мониторинга климата и состояния окружающей среды для прогнозирования и предотвращения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций // Научная сессия ТУСУР–2016: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 6 частях. Часть 4, Томск, 25-27 Мая 2016. - Томск: В-Спектр, 2016 - С. 197-199;
6. Гончаров А. С. Отечественная альтернатива зарубежным стандартам передачи данных для нефтегазовой промышленности // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2017): материалы

Всероссийской научно-практической конференции, Кемерово, 12-13 Октября 2017. - Кемерово: КГТУ, 2017 - С. 12-13;

7. Гончаров А. С. Методы формирования схемы данных национального стандарта передачи данных для нефтяной промышленности России // Наука.Технологии.Инновации: сборник научных трудов в 9 ч. Часть 1, Новосибирск, 5-9 Декабря 2016. - Новосибирск: НГТУ, 2016 - С. 82-84;

8. Goncharov A. S. Research of problems and technologies for the development scheme of data national standard data transmission for russian oil & gas companies // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Юрга, 24-25 Ноября 2016. - Томск: ТПУ, 2016 - С. 204-206;

9. Гончаров А. С. Программный комплекс для адаптации работы станции ГТИ с современными стандартами передачи данных // Нефть и газ-2017: тезисы докладов 71-й Международной молодежной научной конференции, Москва, 18-20 Апреля 2017. - Москва: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2017 - Т. 3 - С. 15;

10. Гончаров А.С., Ефремов Г.А., Шин М.В. Перспективы применения стандартов передачи данных для магистральных нефтепроводов // II Международная научно-техническая конференция молодежи «Транснефть – Центральная Сибирь», г. Томск, 2017 г.;

11. А.С. Гончаров, В.М. Саклаков. Метод анализа информации в сети интернет как фактора выявления воздействия на человека и социальные группы // Перспективы развития фундаментальных наук 2018, г. Томск, 24-27 апреля 2018;

12. А.С. Гончаров, В.М. Саклаков. Аналитический метод выявления воздействия на группы людей в сети интернет // Научная сессия ТУСУР 2018, г. Томск, 16-18 мая 2018.

Список используемых источников

1. Inter Geo portal, description of SEG-Y standard [Электронный ресурс]. URL: <http://inter-geo.org/Study/Seismic/Register-data/SEG-Y.php?lang=ru>
<https://en.wikipedia.org/wiki/SEG-Y>. Дата обращения: 01.03.2018;
2. SEG-Y standard, Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/SEG-Y> . Дата обращения: 01.03.2018;
3. LAS standard, Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Log_ASCII_Standard . Дата обращения: 01.03.2018;
4. Canadian Well Logging Society, LAS standard [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cwls.org/las/> . Дата обращения: 01.03.2018;
5. Учебное пособие: Стандарт хранения данных каротажа LAS (версии 1.2 и 2.0). URL: http://kpfu.ru/docs/F2101427612/Uchebnoe..posobie.Standart.hraneniya.dannyh.karotazha.LAS_versii.1_2.i.2_0_.pdf . Дата обращения: 01.03.2018;
6. WITS description. [Электронный ресурс]. URL: <http://home.sprynet.com/~carob/> . Дата обращения: 01.03.2018;
7. WITSMML desctiprion, Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Wellsite_information_transfer_standard_markup_language . Дата обращения: 01.03.2018;
8. Energistics, for developers [Электронный ресурс]. URL: <https://www.energistics.org/for-developers/> . Дата обращения: 01.03.2018;
9. Energistics, overview materials for developers [Электронный ресурс]. URL: https://www.energistics.org/witsml-developers-users/#WITSMML_V_2_0 . Дата обращения: 01.03.2018;
10. Energistics, WITSMML version history [Электронный ресурс]. URL: https://www.energistics.org/witsml-developers-users/#WITSMML_Version_History . Дата обращения: 01.03.2018;
11. CWLS, LAS standard [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cwls.org/las/>. Дата обращения: 01.03.2018;

12. Utah Oil & Gas [Электронный ресурс]. URL: <https://oilgas.ogm.utah.gov/oilgasweb>. Дата обращения: 01.03.2018;
13. WITSML scheme overview, W3.org [Электронный ресурс]. URL: http://w3.energistics.org/schema/WITSML_v1.4.1.1_Data_Schema/witsml_v1.4.1.1_data/doc/witsml_schema_overview.html. Дата обращения: 01.03.2018;
14. В.И. Меденников, В.Т. Сергованцев, С.Г. Сальников, В.В. Луппов, А.А. Личман, Л.Г. Муратова, Н.Ю. Тухина. Модели и методы формирования единого информационного интернет-пространства аграрных знаний. М.: Редакционно-издательский отдел ГУЗ, 2014. 427 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23449130>. Дата обращения: 01.03.2018;
15. Яковис Л. М. От единого информационного пространства к единому пространству управления производством // Автоматизация в промышленности, 2013. с. 20-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18419873>. Дата обращения: 01.03.2018;
16. Соловьев И. В., Цветков И. Я. Информационное пространство как инструмент управления в транспортной сфере // Государственный советник №2, 2014. с. 58-63. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21653561>. Дата обращения: 01.03.2018;
17. Ефремов А. А. Единые цифровые пространства: в поиске баланса между интеграцией и суверенностью // Информационное право №3, 2016. с. 36-39. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27036305>. Дата обращения: 01.03.2018;
18. Бова В. В. Концептуальная модель представления знаний при построении интеллектуальных информационных систем // Известия ЮФУ. Технические науки №7, 2014. с. 109-117. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21782588>. Дата обращения: 01.03.2018;
19. Силич В. А., Комагоров В. П., Савельев А. О. Принципы разработки системы мониторинга и адаптивного управления разработкой «интеллектуального» месторождения на основе постоянно действующей геолого-технологической модели // Известия Томского политехнического

университета. Инжиниринг георесурсов, 2013. Т. 323, №5. с. 94-100. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20958294>. Дата обращения: 01.03.2018;

20. Common Information Model. Официальный сайт Distributed management task force. Режим доступа: <http://www.dmtf.org/standards/cim>. Дата обращения: 01.03.2018;

21. Zhang Hong, Liu Dong, Lu Yiming Ontology-based automatic mapping technology for heterogeneous common information model // China International Conference on Electricity Distribution (CICED) 10-13 Aug. p. 1-5. Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7576371/>. Дата обращения: 01.03.2018;

22. Gelli Ravikumar, Shrikrishna A. Khaparde. A Common Information Model Oriented Graph Database Framework for Power Systems // IEEE Transactions on Power Systems Volume: 32, Issue: 4, July 2017. p. 2560 - 2569. Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7752988/>. Дата обращения: 01.03.2018;

23. Jens Pottebaum, Christina Schäfer, Maike Kuhnert Common information space for collaborative emergency management // IEEE Symposium on Technologies for Homeland Security (HST) 10-11 May 2016. p. 1-6. Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7568904/>. Дата обращения: 01.03.2018;

24. Hang Qin, Zhu Han. Stochastic Resource Allocation for Well Control With Digital Oil Field Infrastructure // IEEE Systems Journal, October 2016 (Volume: PP, Issue: 99). p. 1-12. Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7605471/>. Дата обращения: 01.03.2018;

25. Автоматизация мониторинга технологий. Тренажеры для обучения бурению скважин. URL: <http://amt-s.spb.ru/simulator.html>;

26. ООО «Дирекция». Тренажер «Слайд мастер 1.18». URL: <http://www.itdirects.ru/slidemaster.php>;

27. Симулятор INTERSECT для детального моделирования процессов разработки. URL: <http://sis.slb.ru/upload/iblock/d61/article7.pdf>.

Overview of data transfer protocols in oil and gas industry

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6В	Гончаров Аркадий Сергеевич		

Консультант отделения ИТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения ИТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Рыбушкина Светлана Владимировна			

1.3 Introduction

1.3.1 Transfer protocols in industry

In the last century, the architecture of the vast majority of information systems was oriented to be use within an organization and was built according to the standard scheme. The scheme includes a client application and a server application which is the core of the system with database.

Recently, most information systems are moving to architectures that have access using web technology. This is a result of increasing computer performance and network bandwidth and the development of web standards. Such systems can work not only in the local network of the enterprise but also have access from the global Internet.

Local information systems do not solve the problem of combining information from geographically dispersed objects of an enterprise. Web-oriented systems allow transmitting information over the global Internet and provide access to information from anywhere in the world where there is Internet access.

In addition, this approach allows combining all the information resources of geographically distributed parts of the enterprise into a common information space. In this case, there is such thing as web-service. Web services are needed not only to connect applications via the Internet but also to use computing power from other organizations. It is called “Cloud computing”.

Thus, the system must be implemented based on web service technology to be able to work in a global network.

A variety of technologies is used to build web-based systems that do not depend on the hardware and software platform. For example, there is XML technology. XML is a markup language with a simple formal syntax and allows transmitting data [8]. This technology also allows describing complex hierarchical data structures. That is with XML it is possible to transfer not only information, but also “meta” information and for example you can “ask” the server to call the specified procedure. The SOAP protocol was created to formalize and standardize the latter approach.

1.3.2.1 SOAP with XML

SOAP (simple object access protocol) defines the XML-based message format that Web service-enabled applications use to communicate and inter-operate with each other through the Internet. The heterogeneous environment of the Web demands that applications support a common data encoding protocol and message format. SOAP is a standard for encoding messages in XML that invoke functions in other applications. The protocol can be used with any application layer protocol: SMTP, FTP, HTTP, HTTPS, etc. Most often SOAP is used over HTTP. The classic architecture of Web-based systems is the “client-server model”.

XML technology is selected as the standard message format because of its widespread use by large organizations and open source development efforts. A wide variety of free and available tools facilitates the transition to a SOAP-based implementation. The somewhat lengthy syntax of XML can be both a benefit and a drawback. While it promotes readability for humans, facilitates error detection, and avoids interoperability problems such as byte-order, it can slow processing speed and can be redundant. On the other hand, hardware appliances are available to accelerate processing of XML messages. “Binary XML” is explored as an optimization tool for streamlining the capacity requirements of XML. XML messages by their self-documenting nature usually have more 'overhead' (headers, footers, nested tags, delimiters) than actual data in contrast to earlier protocols where the overhead was usually a relatively small percentage of the overall message [1].

1.3.2.2 WS-Security

Web Services Security is an extension of SOAP to apply security to Web services. The protocol specifies how enforce integrity and confidentiality on messages and allows the communication of various security token formats such as Security Assertion Markup Language (SAML), Kerberos, and X.509. The focus is the using of XML Signature and XML Encryption to provide end-to-end security. WS-Security

incorporates security features in the header of a SOAP message and works in the application layer [2].

WS-Security describes three main mechanisms:

- How to sign SOAP messages to assure integrity. Signed messages also provide “non-repudiation” (assurance that someone cannot deny something);
- How to encrypt SOAP messages to assure confidentiality;
- How to attach security tokens to set the sender's identity.

These mechanisms doesn't provide a complete security solution for Web services only by themselves. Instead, this specification is a building block that can be used in combination with other Web service extensions and higher-level applications specific protocols to accommodate a wide variety of security models and security technologies. In general, WSS doesn't provide any guarantee of security by itself. When implementing and using the framework and syntax, it is up to the implementer to ensure that the result is protected.

1.3.2.2. Advantages and disadvantages of SOAP protocol

Advantages [3]:

- SOAP's neutrality characteristic explicitly makes it suitable for use with any transport protocol. Implementations often use HTTP as a transport protocol, but other popular transport protocols can be used. For example, SOAP can also be used over SMTP, JMS and message queues;
- SOAP when combined with HTTP post/response exchanges, tunnels easily through existing firewalls and proxies, and consequently doesn't require modifying the widespread computing and communication infrastructures that exist for processing HTTP post/response exchanges;
- SOAP has available to all facilities of XML, including easy internationalization and extensibility with XML Namespaces.

Disadvantages:

- Slow speed of binary data serialization with using standard implementations and the default SOAP/HTTP binding. The technology Message Transmission Optimization Mechanism was introduced to improve performance for the special case of XML with included binary objects;
- When relying on HTTP as a transport protocol and not using Web Services Addressing or an Enterprise Service Bus, the roles of the interacting parties are fixed. Only one party (the client) can use the services of the other;
- The verbosity of the protocol, slow parsing speed of XML, and lack of a standardized interaction model led to the domination in the field by services using the HTTP protocol more directly. This is realized in “REST” architectural style of data transfer.

1.3.3 WebSocket as an evolve in data transfer

WebSocket is a computer communications protocol, providing full-duplex communication channels over a single TCP connection. WebSocket API in Web IDL is standardized by the W3C (World Wide Web Consortium) [5].

WebSocket is a different TCP protocol from HTTP. Both protocols are located at application layer in the OSI model and, as such, depend on TCP at transport layer. The WebSocket protocol enables interaction between a web client (such as a browser) and a web server with lower overheads, facilitating real-time data transfer from and to the server. This is made possible by providing a standardized way for the server to send content to the client without being first requested by the client, and allowing messages to be passed back and forth while keeping the connection open. In this way, it take place a two-way ongoing conversation between the client and the server.

A WebSocket is a continuous connection between client and server. That continuous connection allows:

- Data can be sent from server to client at any time, without the client even requesting it. This is often called server-push and is very valuable for applications where the client needs to know quickly when something happens on the server (like a

new chat messages has been received or a new price has been updated). A client can't push data over HTTP. The client would have to regularly poll by making an HTTP request every few seconds in order to get timely new data. Client polling is not efficient;

- Data can be sent through the either way very efficiently. Because the connection is already established and a WebSocket data frame is very efficiently organized. That can send data a lot more efficiently than a HTTP request that necessarily contain headers, cookies.

1.3.4.1 WITSML overview

The Wellsite Information Transfer Standard Markup Language (WITSML) consists of XML data-object definitions and a Web services specification developed to promote the right-time, continuous flow of well data between operators and service companies to speed and improve decision making [6].

WITSML components:

- Data schemas that define data-objects (such as wells, wellbores, logs, etc.) and their relationship to one another, for other data-objects related to drilling.
- STORE API that describes functions and behaviors of WITSML servers and how client applications interact with those servers.

The STORE API specifies a standardized way of electronically transporting WITSML data-objects between systems (clients and servers) using HTTP/S-based protocols. However, it is acceptable for companies to agree to send and receive WITSML data streams without using of the WITSML API. The WITSML API is platform independent.

Implementation of the WITSML specification can include the components listed below:

- WITSML server – software designed according to this API specification to process retrievals, additions, deletions, or updates of WITSML data as defined by WITSML schemas;

- Client applications – software programs designed to understand/use the WITSML data schemas and to interact with WITMSL servers. This API document also distinguishes between client application and server responsibilities;
- Simple data-object Access Protocol (SOAP) is used to transport the requests/responses between the client and server [4].

Figure 4.1 shows basic WITSML components.

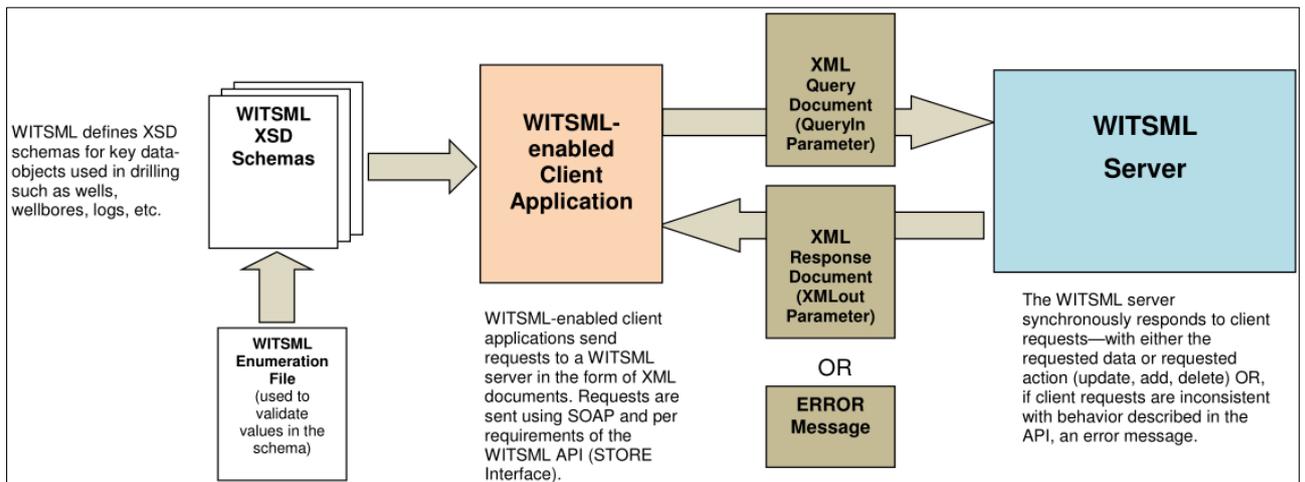


Figure 1.3.1. Overview of key WITSML components.

1.3.4.3 History of WITSML

WITSML initially developed in October 2000 by the WITSML project, an oil industry initiative sponsored by British Petroleum and Statoil, as a new standard for drilling information transfer to evolve WITS (Wellsite Information Transfer Standard), an earlier standard. Initial participants included Baker Hughes, Landmark (Halliburton), Schlumberger, and NPSi (as technical advisor).

At the completion of WITSML version 1.2 in March 2003 consortium Energistics (known then as POSC) accepted custody of WITSML and it is managing the support and future evolution of WITSML through the WITSML Special Interest Group (SIG).

WITSML was designed to be a more modern alternative to WITS. Some of the original semantic content of the WITSML data schemas was derived from the WITS specification.

1.3.4.4 Structure of WITSML objects

A WITSML data-object is a logical representation and organization of the data items. It associated with the major components and operations involved in well drilling. For example, a data-object known as the “rig data-object” contains data items related to a rig, such as the rig’s owner, type, and manufacturer.

Key characteristics of WITSML data-objects:

- A WITSML data-object is not a formal programming object (with methods, properties, events, etc.);
- The data-objects and the relationship between them (e.g., parent-child relationship) are defined by the WITSML data schemas and associated static enumeration tables, such as units of measure, lithology, and others;
- When being exchanged between systems or software applications, each of the logical data-objects is represented as a physical XML document as defined by the WITSML data schemas;
- Each WITSML data-object has an identifier and the identifier(s) of its ancestry or the hierarchy by which it is derived. For instance, a mud log (mudLog) data-object has an identifier of itself, and the identifiers of its parent (wellbore) data-object and its grandparent (well) data-object.

Data-objects are organized into a single hierarchical “tree” with the well data-object at the top of the tree. The well data-object is the parent of one or more wellbore data-objects (child data-object); a wellbore data-object can have one or more children, such as mud logs, trajectories, and so on. Identifiers also assign data-objects.

1.3.5.1 ETP overview

Energistics Transport Protocol (ETP) is a data exchange specification that enables the efficient transfer of real-time data between applications. ETP has been specifically designed to meet the unique needs of the upstream oil and gas industry and, more specifically, to facilitate the exchange of data in the EnergyML family of data standards, which includes WITSML, PRODML, and RESQML. Initially designed to be part of the WITSML specification, ETP is now part of the Energistics Common Technical Architecture (CTA) [7].

One of the goals of ETP is to replace TCP/IP WITS level 0 data transfers with a more efficient and simple-to-implement alternative.

The three main initial use cases for ETP to move real-time data between applications:

- Transfer from a wellsite provider to a WITSML store (server);
- Transfer of data from WITSML store to WITSML store (replication);
- Transfer of data from WITSML store to client applications.

ETP defines a publish/subscribe mechanism so that data receivers do not have to poll for data and can receive new data as soon as they are available from a data provider.

ETP is expanded beyond real-time data transfer to include functionality for data discovery and historical data queries. It is designed to work with multiple data models; for example, ETP is now the underlying protocol for WITSML version 2.0 (replacing the SOAP API of previous versions of WITSML) and it can be used to transfer data from WITSML v1.4.1.1, RESQML, and PRODML.

1.3.5.2 ETP architecture

ETP is a communication protocol. Generically, a communication protocol can be thought of as a strict set of rules for the exchange of data between agents, usually in the form of messages. ETP messages:

- Are transported using the WebSocket protocol.
- Are defined in schemas and serialized using Avro (a system specifically designed for this purpose).

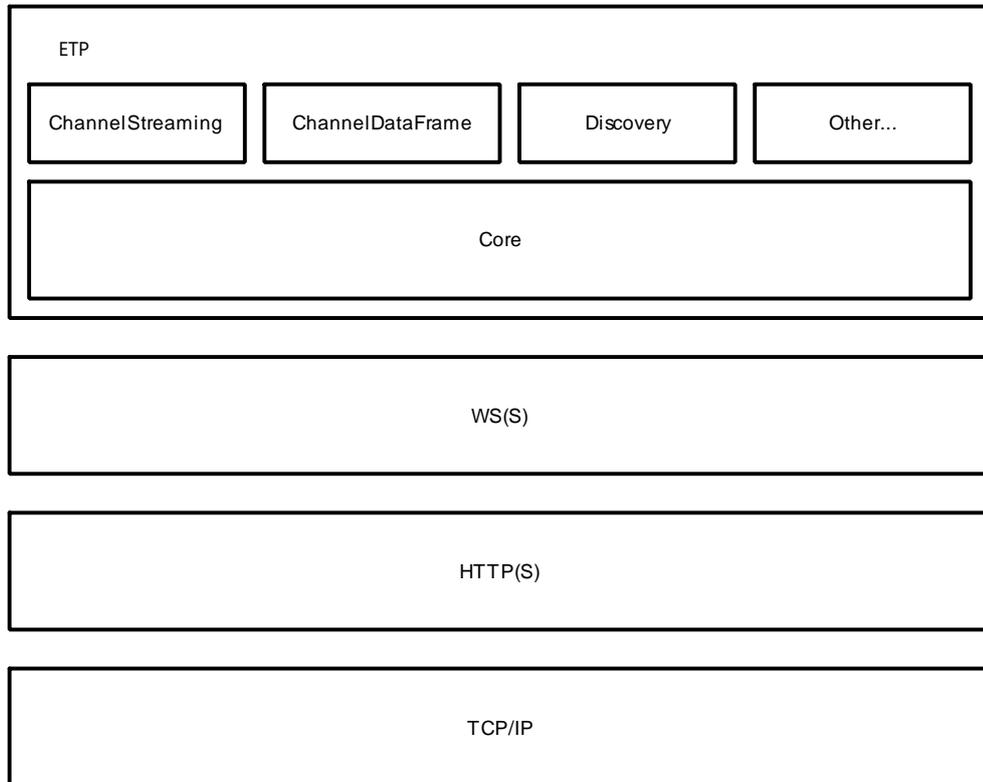


Figure 1.3.2. Architecture of ETP

ETP is a subprotocol of the WebSocket protocol and that has its own layers and subprotocols each designed to carry specific data that follows a specific pattern (in terms of size, frequency, and variability). The Core protocol has a direct connection to WebSocket and it is associated to the various kinds of messages that are carried in each of its own subprotocols. This layered approach allows for separation of concerns between the various parts of the stack and supports the adoption of future standards that may be developed lower in the stack.

1.3.6.1 Protocol core

Each of the ETP protocols has a numeric identifier as part of this specification and all messages are identified with this number in the message header. The Core protocol is Protocol 0 and the initial channel data protocol is Protocol 1. This pattern of assigning numeric identifiers to key enumerations in the protocol that used regularly to allow for the smallest and most efficient binary transfers.

ETP has been designed to support multiple patterns or styles of message transfer especially with respect to message size, frequency, and complexity. Separate subprotocols of ETP are generally related to specific kinds of messages. This practice is different in contrast with previous Energistics data service specifications, where each SIG had service contracts that were unique to the domain objects of that SIG. With ETP the goal is to use a single set of protocols across multiple domain areas with the differences in protocol focused more on the communication requirements. The initial release of ETP focused on high-speed streaming of channel data as described below.

ETP is designed to use the WebSocket protocol for transport. WebSocket is a protocol, standardized by the Internet Engineering Task Force (IETF) as RFC 6455 which allows for high-speed, full-duplex, binary communication between agents (primarily Web servers and browsers) using TCP and the standard HTTP(s) ports 80/443. This approach allows safely communications to cross many corporate firewalls. Like WebSocket itself, ETP communication is strictly between two parties with no allowance for multi-cast messages. ETP is bound to this protocol in two main ways:

- ETP is considered a subprotocol of WebSocket as defined in sections 1.9 and 11.5 of RFC 6455;
- ETP messages map directly to the “payload data” section of WebSocket frames and messages. In most cases, these details are invisible to developers because developers use a vendor-supplied library to interface with WebSocket.

All ETP communication is carried out through the asynchronous exchange of messages. This approach is distinct from the request/response pattern normally

associated with HTTP and the “RPC style” associated with many SOAP implementations including WITSML 1.*. Of course, many use cases still require a request on the part of one agent and expect a response of some sort from the other. However, implementers should always consider these things to be happening asynchronously and handle processing using state machines. That model makes various timings of message exchange that could occur.

The WebSocket protocol guarantees the delivery of messages in the same order that they were dispatched. To ensure messages are correlated correctly, ETP uses several mechanisms:

- All messages within a session are numbered. Message numbers are integers and MUST be unique within a session;
- A “correlationId” is included in each message, which may designate a given message as being part of a ‘response’ to a previous request;
- Large messages may be sent in parts, with a mechanism in the message header for determining when the last part arrived;
- Various ETP subprotocols may set specific ordering and numbering of messages.

1.3.6.2 Avro serialization

The serialization of messages in ETP follows a subset of the Apache Avro specification.

Avro is a system for defining schemas and serializing data objects according to those schemas. It was developed as a part of the Hadoop project to provide a flexible, high-speed serialization mechanism for processing big data. The ETP Workgroup selected Avro after a review of several similar serialization systems. Again, ETP uses only a subset of the Avro functionality as described here:

- ETP defines all messages using the Avro schema file format. The formal definitions of these schemas are defined in UML class models using Enterprise Architect (EA).

- ETP serialize all messages in accordance with the Avro serialization rules;
- ETP does not use the Avro RPC facility;
- ETP does not use the Avro container file facility;
- ETP uses the additional schema attributes (permissible in Avro) to define message and protocol metadata.

The Avro specification supports using of binary and JSON (JavaScript Object Notation) encoding of data. ETP also supports using of both with the following restrictions:

- All messages within a given ETP session must use the same encoding (binary or JSON). The used encoding is negotiated of Protocol 0;
- Agents are not required to support both encodings. This exception is primarily to allow smaller, resource-constrained implementations to use only one encoding.

Unlike XML, Avro has no concept of a well-formed valid document or a generic document node model. It is not possible to de-serialize an Avro document without knowledge of the schema of that document. For this release of ETP, it is assumed that all parties have prior knowledge of the schemas involved. In future releases capabilities will be added to exchange version-specific schemas at the time of negotiating the session, which will allow an agent to consume any ETP message, even if it cannot use all of the information in the message.

1.3.6.3. Clients and Servers

Consistent with all TCP communication, ETP includes the fundamental roles of client and server. That is, in all ETP communication one agent must be a server that is listening on a TCP port and one agent must be a client that begins by connecting on that address and port. However, beyond these basic roles the general direction of information flow is independent of this client-server relationship. This scenario is a business requirement for WITSML.

To accommodate this requirement each subprotocol in ETP defines a set of roles that are appropriate for that protocol. The assignment of these roles to agents happens as a part of the Core protocol (Protocol 0). In general, the client begins by telling the server that subprotocols it wants to use and the named roles it wants the server to execute in this session. Then server responds to indicate it is able to execute its role if it cannot it sends an exception message to client. This “client-goes-first” logic is predicated on the basis that a client knows why it is connecting to a server; whereas, a server that is capable of supporting two different roles has no way of knowing which one the client wants to use.

For a more concrete example: the “ChannelStreaming” protocol (Protocol 1) defines two roles: producer and consumer. Each agent is either a producer or a consumer of streaming data. Simplistically, it could that a measurement device or rig aggregator is usually a producer. A service company that has the WITSML store can be a producer or a consumer. Moreover, a Web browser or desktop client is usually only a consumer. The connection from aggregator to store is of most interest. Either agent could be the client but on connecting, the store client would ask to be a consumer of data or the aggregator as client would ask to be a producer.

1.3.7.1. Security

In any communication protocol, especially one carrying sensitive, private data security is a major concern. From RFC6455, we can see that the WebSocket specification itself does not provide much guidance:

10.5. WebSocket Client Authentication

This protocol doesn't prescribe any particular way that servers can authenticate clients during the WebSocket handshake. The WebSocket server can use any client authentication mechanism available to a generic HTTP server, such as cookies, HTTP authentication, or TLS authentication.

In general, the approach for ETP has been similar in that it does not define any new security protocols. Rather, it relies on the available security mechanisms in

underlying protocols (HTTP, WebSocket, TLS, TCP, etc.). As in WITSML, ETP specifies authentication methods which **MUST** be implemented by all servers for interoperability, but allows for additional methods (such as client certificates, for example) to be used by agreement between specific parties.

This part of the ETP specification is primarily concerned with the exact mechanism for authenticating the WebSocket upgrade. It does not attempt to define all of the methods that may be used to acquire credentials, federate identity, etc.

ETP provides two well-known authentication mechanisms:

- JSON Web Tokens (JWT) token-based authentication (**MUST** be supported);
- Basic authentication.

1.3.8 Conclusion

To sum up it can be possible to trace the history of development data transfer protocols and technologies. The evolution of data transmission technologies has the direction of more reliable data transmission. Especially in terms of data transmission in geographically distributed objects like oil fields and wells in conditions of not reliable communication between clients.

The ETP protocol over other protocols like SOAP has the following advantages:

- 1) Faster data transmission by using AVRO serialization;
- 2) More reliable data transmission by creating data transfer sessions between clients;
- 3) Receiving data from the server on request not after a time interval;
- 4) Interrogating storage server by clients to avoid duplicating data.

References:

1. XML with SOAP, W3schools. URL: https://www.w3schools.com/xml/xml_soap.asp;
2. WS-Security, Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/WS-Security> ;
3. SOAP protocol, Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/SOAP> ;
4. SOAP with WITSML, BibSys. URL: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/137276/master_ikt_2003_stallemo.pdf?sequence=1 ;
5. WebSocket protocol, Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket> ;
6. WITSML standard, Energistics.org. URL: <https://www.energistics.org/portfolio/witsml-data-standards/> ;
7. Energistics.org, Energistics transfer protocol. URL: <https://www.energistics.org/portfolio/energistics-transfer-protocol/> ;
8. Introduction to XML, W3School. URL: https://www.w3schools.com/xml/xml_what_is.asp .